

# 智能时代的指挥控制

## 任务共同体机制和模型研究

朱 江 沈寿林 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

## 内 容 简 介

本书结合未来战争所处智能时代的特点研究指控组织如何建设的问题,提出了一种新战争研究范式,研究了一种新的指控组织,给出了一套服务当下的解决方案——“指挥控制任务共同体”。本书从后信息时代的军事革命开始,阐述了为什么说我们进入智能时代;智能时代战争的雏形与表现;智能时代制胜机理有什么变化;智能时代需要指挥控制解决什么问题;智能时代指挥控制有什么不同;适应性指控组织的方案;基于任务共同体的指挥控制;技术上如何支撑、如何应用以及如何验证等内容。本书既有理论,也有实践,既有偏军事的议题,也有技术性强的议题。

本书可作为指挥控制、军事运筹等专业本科生及研究生培训教材,也可供从事人工智能、作战实验相关领域的技术人员学习参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

智能时代的指挥控制:任务共同体机制和模型研究 / 朱江等著. —北京:电子工业出版社, 2018.12  
ISBN 978-7-121-35355-0

I. ①智… II. ①朱… III. ①智能技术—应用—指挥控制—研究 IV. ①E141.1-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 251249 号

策划编辑:张正梅

责任编辑:刘小琳

印 刷:

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 720×1 000 1/16 印张: 18.5 字数: 275 千字

版 次: 2018 年 12 月第 1 版

印 次: 2018 年 12 月第 1 次印刷

定 价: 98.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 [zltts@phei.com.cn](mailto:zltts@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式:(010) 88254694。

暮色陷深沉，  
飞雪阻归途，  
浦口码头望龙盘，  
故宫在何处？  
今近年岁末，  
改革方入时，  
风云巨变须臾到，  
驻足观未迟。

劲风卷黯淡，  
霁雪送夜明，  
黑白两色写枯荣，  
得失何足道？  
寂静催入定，  
一念回千劫，  
寒梅冰裹蕴慈心，  
赠作春晖俏。

——2015年雪夜于金陵

时代变迁，世界巨变，技术发展日新月异，  
社会变革，经济发展，创新驱动水滴石穿，

时代呼唤人类拥抱变化，  
形势催促军队竞相改革，

自习主席阅兵宣称裁军 30 万始，新一轮改革的号角已然吹响，

设计者的雄心壮志，难道看不出来吗？

再也不能穿新鞋走老路，在原地打转；

再也不能重形式轻内容，成形而上学；

再也不能枝枝叶叶地修补，无关痛痒；

再也不能来来回回地反复，徒留空响。

时代因改革而不平凡，军队因改革而有生气，  
有了高瞻远瞩的设计，还需要我辈志同道合的实干，  
有了自上而下的驱动，还需要基层自下而上的发动。

这样，大刀阔斧的改革，才能斩斫出阳光大道

这样，如火如荼的改革，才可书写出浓墨重彩。

本书意在为推动改革添砖加瓦，贡献萤光之热。



## 前言 / Preface

随着科技的进步和时代的发展，昨日的天方夜谭，现在已变成现实。世界以令人瞠目结舌的速度向前发展，在人类几百万年的漫长历史中，从未有过在如此短的时间内发生如此迅速的变化。就像一首歌唱的那样“不是我不明白，这世界变化快……”。

技术变化之快，使得我们生在当下，活在未来。历史和现实趋势告诉我们，只企图维持现有优势是短视的，结果可能是灾难性的。因循守旧的人必将与现实世界格格不入。只唯当下不看长远的人，当未知的风暴来临之时必将被一洗殆尽。因此，只有运用发展的眼光，谨慎地思考和不断地调整才能应对未来的挑战。

2016 年激动人心的大事件中，“阿尔法狗”在围棋博弈中击败李世石无疑是具有划时代意义的，它如同一声春雷，让最为保守的人都能感受到震撼，许多人惊呼，人工智能的春天已经到来。

举目浩瀚时空，未来难以预测，一方面人工智能草长莺飞，勃勃生机带来满园春色；另一方面，“乱花渐欲迷人眼”，人工智能加入战争后的不确定性又让我们忐忑不安。立于潮头，越来越多的问题需要思考。

未来人工智能参战的战争会是什么样？

机器战士全面取代人了吗？

机器战士要受人控制吗？

人工智能是人类的威胁吗？

人工智能造成的战争法律和伦理问题如何解决？

人工智能在战争中会无处不在吗？

人工智能可以代替指挥员做决策吗？

决策中，人工智能会碾压人类吗？

.....

智能时代说来就来，指挥控制何去何从呢？放眼智能时代的指挥控制，本书提出了一套服务当下的解决方案——“指挥控制任务共同体”。

当然“管中窥豹”，个人探索想象的只能是未来世界的一种可能，所解决的也只是问题的万千之一。“路漫漫其修远兮”，还待更多有志之士一起来为之“上下而求索”吧！

笔 者

2018年6月

## 目录/Contents

第 1 章 迈向智能战争 .....	1
1.1 所处的时代 .....	2
1.2 技术与战争 .....	3
1.3 颠覆性技术 .....	5
1.4 以信息为桥 .....	8
1.5 从数据到智能 .....	10
1.6 智能战争的雏形 .....	13
第 2 章 如何研究战争 .....	17
2.1 创新的思维 .....	18
2.2 军事理论研究 .....	19
2.3 研究领域性质 .....	21
2.4 理论研究本源 .....	22
2.5 理论形成过程 .....	24
2.6 研究方法论 .....	27
2.7 研究方法 .....	29
2.7.1 哲学思辨 .....	30
2.7.2 隐喻方法 .....	32
2.7.3 定量分析方法 .....	34
2.7.4 作战实验方法 .....	37

2.8 理论研究范式	39
2.9 智能战争的探索方法	40
第3章 战争系统原理	45
3.1 战争系统	46
3.2 从隐喻来看	47
3.3 复杂适应系统隐喻	49
3.4 系统原理	50
3.5 原理的启示	52
第4章 制胜机理	57
4.1 概念内涵	58
4.2 制胜因素	59
4.3 制胜模式	62
4.4 发展路径	65
4.5 信息时代制胜机理	67
4.6 智能时代的制胜因素	69
4.7 智能时代的制胜模式	71
4.8 智能时代的制胜途径	72
第5章 智能时代的指挥控制	75
5.1 指挥控制的概念	76
5.2 工业时代指挥控制	77
5.3 信息时代指挥控制	80
5.4 指挥控制面临新问题	85
5.5 复杂适应系统的启示	89
5.6 智能时代指挥控制	92

第 6 章 智能时代的指挥控制组织 .....	95
6.1 组织研究的视角与方面 .....	96
6.2 工业时代的指控组织 .....	100
6.3 信息时代的指控组织 .....	103
6.4 指控组织的发展 .....	107
6.5 智能时代指控组织设计 .....	111
6.6 共同体的理念 .....	113
6.7 任务共同体组织特征 .....	115
第 7 章 任务共同体指控机制 .....	121
7.1 以指挥控制为名的困境 .....	122
7.2 理解“聚焦”和“收敛” .....	123
7.3 依据“共同观念”来形成组织 .....	125
7.4 通过“动态绑定”构建指挥关系 .....	127
7.5 借助“行动自由”来协同制敌 .....	129
7.6 任务共同体建设的未来展望 .....	130
7.7 任务共同体建设的现实操作 .....	134
第 8 章 任务共同体认知形成框架 .....	137
8.1 初始源动力 .....	138
8.2 隐性权力 .....	140
8.3 认识上升之路 .....	142
8.4 新知识观的理解 .....	144
8.5 本体云影模型 .....	147
8.6 认知形成过程 .....	149
8.7 知识服务架构 .....	153

第 9 章 任务共同体资源优化框架	157
9.1 内在结构力	158
9.2 指控关系	160
9.3 资源优化	163
9.4 超网络方法	167
9.5 描述体系网络	171
9.6 描述网络演化	175
9.7 描述演化过程	178
第 10 章 任务共同体行动控制框架	183
10.1 行动控制力	184
10.2 自同步效果	187
10.3 作战行为	190
10.4 作战规则	191
10.5 系统涌现	195
10.6 宏观模式	196
10.7 规则体系	198
10.8 如何控制	202
第 11 章 任务共同体指控模型	205
11.1 指控系统	206
11.2 指控模型体系	207
11.3 新增模型	211
11.4 任务描述模型	213
11.5 OODA 指控过程模型	217
11.6 智能决策模型	222
11.7 网络效能模型	229
11.8 模型应用设想	232

第 12 章 任务共同体实验验证 .....	237
12.1 任务共同体指控实验 .....	238
12.2 指控实验台 .....	239
12.3 实验数据分析 .....	241
12.4 指控实验设计 .....	243
12.5 智能时代 OODA 环制胜机理概念演示实验 .....	245
12.6 “共同观念” 机制演示实验 .....	249
12.7 “动态绑定” 机制演示实验 .....	253
12.8 “行动自由” 机制演示实验 .....	256
12.9 任务共同体指控方法演示实验 .....	260
第 13 章 补充的思考 .....	265
参考文献 .....	274





# 1

---

## 第 1 章

---

# 迈向智能战争

---

- 1.1 所处的时代
  - 1.2 技术与战争
  - 1.3 颠覆性技术
  - 1.4 以信息为桥
  - 1.5 从数据到智能
  - 1.6 智能战争的雏形
-

## 1.1 所处的时代

战争是人类历史发展到一定阶段的产物，战争形态也随着时代发展而不断变化。不同时代的战争被烙上了时代的烙印，喷绘了时代所特有的色彩。就像克劳塞维茨所言“想通晓战争的人，必须审视一下每个特定时代的主要特征，而不是急于研究微小的细节”，因此认清所处时代是研究战争的宏观起点。

让我们乘时间之矢穿梭而过，如图 1-1 所示，从公元前 16 世纪开始，人类进入农业时代，农业时代绵延了整整数千年转入工业时代，工业时代经历了数百年，转入信息时代。信息时代发展至今，不过区区几十年，它发展时间不长，却让世界发生了翻天覆地的变化。信息带给我们的冲击无处不在，信息数量以摩尔定律成倍扩展，信息网络使地理限制不复存在，信息交流使人类沟通全面深刻，信息时代使人类生活与以往相比有了天壤之别。从时间轴上来说，现在的立足点，处在信息时代之中，只不过我们正处于迈向新时代的关键路口，种种迹象表明，新的时代已经悄然开启。

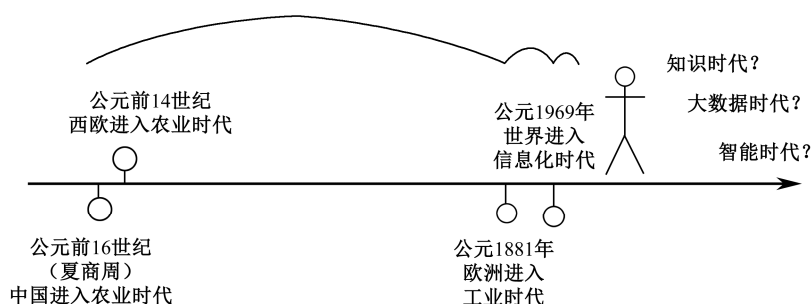


图 1-1 时代变迁示意

对于这个即将兴起的新时代，有人称之为“大数据时代”，有人称之为“知识时代”或“智能时代”，称呼林林总总，不一而同。

每逢时代转换，处于萌芽阶段时，它向我们招手，我们相见不识；发展阶段时，我们试图描述，却无法精确。“不识庐山真面目，只缘身在此山中”，只有过后，方可给这个时代一个真正的注脚。

究竟该如何称呼这个时代并不重要。称之“大数据时代”“知识时代”还是“智能时代”，固然有所差别，但无论是大数据也好，知识与智能也罢，都与信息有着千丝万缕的联系，所以叫“后信息时代”更应景一些。后信息时代是信息时代的一脉相承，本质上不是对信息时代的否定，而是对信息时代的进一步升华和发展。尼葛洛庞帝在 20 世纪末预言的后信息时代，已悄然潜入我们的现实生活之中。

## 1.2 技术与战争

当把话题引向战争的时候，美国未来学家托夫勒指出，“社会进化的每一个时代，都有与之对应的战略模式和战争形态。”伴随时代发展，人

类战争经历过冷兵器战争、热兵器战争、机械化战争几个阶段后，进入信息化战争时代。美国陆军军事学院院长罗伯特·斯格尔思将军认为，如同工业时代以新型的机械化改变了 20 世纪的战争一样，信息时代的信息化改变了 21 世纪的战争。

信息技术可以在战争中大显身手。

回顾战争历史，科学和战争有着不解之缘。上古传说中，黄帝与蚩尤打的那场昏天黑地的战争中，随处可见冶金、气象、指南针等技术的运用。蚩尤三头六臂，铜头铁额，使用刀、斧、戈作战，黄帝推算天文，呼风唤雨，运用指南针带路。为什么战争与技术密不可分？这可从两方面说起。

一方面，鉴于战争“不是你死，就是我亡”的残酷性，交战双方必然竭尽所能地运用所掌握的一切知识与技巧，把战争建立在各自最高的技术水平上。军事技术处于技术革命的最前沿，往往受新技术影响最为深刻、最为显著。科学家以最敏感的神经触摸着科学技术的每一个突破，并将最新科学技术以最快速度率先运用于军事领域，转变为战争手段。

另一方面，战争也是科学技术的摇篮。军事需求一直是驱动科学技术进步的主引擎，重大的科学突破往来自军事需求。“人类对战争的需求，人类对冲突的狂热，戏剧性地产生了许许多多正面的东西”。“大部分的重要技术和科学进展是军事需要所直接促成的”。“在我们这个世界中，非战争的科学几乎像非科学的战争一样已经过时了”。

正因为战争和技术密不可分，当技术发生变革时，军事领域受到的冲击也就最大，恩格斯曾说过：“现在未必能再找到另一个像军事这样革命的领域……技术每天都在无情地把一切东西、甚至是刚刚开始使用的东西当作已经无用的东西加以抛弃……”。

我们所看到的军事革命，基本上都是源于技术的革新，发生于技术变化引发物质变化的时候。技术变化与编制和作战行动的变化相结合，产生了战争方式的变革。历史上，金属兵器和冶炼技术的出现，取代了徒手和木石器，塑造了第一次军事变革；弹药和机械技术的发展，又使人们进入

了机械化战争时代，塑造了第二次军事变革；而计算机和信息技术的发展，使人们进入了信息化战争时代，塑造了第三次军事变革；而今，我们所处后信息时代，展望着未来战争。《纽约时报》的畅销书作家马克·塞拉西尼认为“未来战争是由新武器、新战略和新技术装备的士兵展开的决战。而新一轮技术革命所催生的新一轮军事变革，就是对未来战争的未雨绸缪”。

随着新一轮科技革命的兴起，科学技术发展一日千里，达到了前所未有的新高度。日新月异的科学技术，为军事技术提供了原子海。

在这些技术中，有些是能改变历史，具有决定作用，甚至带有不可抗拒性质的颠覆性技术。正如“颠覆”一词揭示的那样，颠覆性技术具有革命性的性质，其影响能使一种模式停止增长，而使另一种模式蓬勃发展，后一种模式发展和影响往往让人始料未及，并最终取代旧的模式。由美国智库——新美国安全中心（CNAS）在2013年发布的《游戏规则改变者——颠覆性技术与美国国防部战略》报告中，更是视颠覆技术为“游戏规则的改变者”，力图通过颠覆性技术去把握未来战争。

### 1.3 颠覆性技术

在当今的技术原子海中，很多颠覆性技术都表现出足以影响战争、引发变革的潜力。每一轮新技术的涌现，都可能催生新的作战样式、作战方法，从而改变当今战争的形态。

颠覆性技术运用于战争中，就会产生极大的冲击力，起到改变作战结果的一锤定音的作用。历史上，坦克出现后，德军运用闪电战战术，横扫欧洲大陆没有敌手；直升机的出现，巴顿设计蛙跳技术，击破负隅顽抗的日军。所以我们要探索技术带给战术的可能性。提供技术固然重要，认识

技术所来的军事意义，创新游戏规则，引发军事领域的变革，则更为重要。在迅速变化的新世纪，颠覆式技术往往成为新的制胜之道，并将获得不可估量的利益，可以说，战争结局往往在颠覆式技术创新时就决定了。

若试问未来各种颠覆性技术如何改变战场？天马行空的科幻电影，像《超验黑客》和《黑客帝国》等已经展现了各种战争图景。

影片中，机器人身上有各种各样的传感器，像人一样，能看、能听、能感知、能思考。它们体力上全面超越人类，脑力上也逐渐接近并可能超过人类。人工智能掌握了计算能力、分析能力，甚至于创造能力。它们在一粒黄豆大的硅片上做出成千上万个电路，在一秒钟内完成上亿次计算，它们能自我加工并可自我复制，并利用基因工程把克隆的人类大脑加上了人机接口，并将产生的虚拟意识链接到休眠者的大脑中，完成了机器对人的反转控制，终有一天，成为人类的敌人……

机器人通过物联网技术将克隆人和所有的设备置于网络之中，加以数字标记，通过疏而不漏的天网，监视、控制和计算着这个世界，人无论在哪里，无论去哪里，无论做什么，无时无刻不被报告和监管。它们还通过纳米技术将工业时代遗留的庞大厂房、机器、矿山、熔炉，乃至灰尘土壤都变成无处不在的各种类型用途的微型和超微型纳米武器。这些武器可以进入人的身体，影响大脑的结构功能；可以搭载电脑或人脑控制的芯片，变成受人控制搜集情报和实施攻击的超微机器人，传感和发送所获取的各种军事情报信息，为攻击武器导向；可以直接攻击对方武器控制系统使之丧失功能，实施杀伤或破坏，还可以潜入对方核武器库，引起核爆炸。

为了消灭人类抵抗军，在地面上、海洋里、天空中，无数由 3D、4D 打印技术即时构建的，源源不断的机器人大军，大的像汽车那么大，小的如苍蝇蚂蚁，它们爬行、跳跃，越过雷区，穿过沙漠和大海，它们排除爆炸物、扫除水雷、探测核污染和化学毒剂。它们不会饥饿，不会害怕，不会忘记自己的使命，是一群冷血的机器人部队。人类已无最后的壁垒可守，最终全面溃败。

电影中的图景虽为科幻，但绝不是空中楼阁的猜想。如今，像机器人技术、纳米技术、物联网技术、生物技术都已广泛应用，并对世界产生了翻天覆地的影响。

这些能对世界产生颠覆性影响的技术就是颠覆性技术，至于哪些技术有可能成为颠覆性技术呢？仁者见仁，智者见智，一百个人眼中有一百个的哈姆雷特。

1995年，约瑟夫·鲍尔和克莱顿·克里斯坦森在《哈佛商业评论》上发表《破坏性技术：逐浪之道》，把网络、机器人、物联网技术等新兴技术归为颠覆性技术。

美国防部认为自主式系统、定向能武器、网络能力、3D打印技术、人体机能改良技术对未来的颠覆性潜力最为突出，对国防安全可能产生重大影响。

2014年11月，美国《国防》杂志总结了十大颠覆性技术：激光通信技术、3D打印技术、自主无人系统、新能源技术、全息训练技术、高超声速武器、无人系统母舰、大数据处理技术、集群攻击技术、新生物医学技术。

美国国家科学基金会（NSF）报告断定：“在下个世纪，一些突破会出现在纳米技术、信息技术、生物技术、认知科学等领域，这些突破将加快科技进步，并可能再次改变我们的物种，其深远意义可以媲美语言文字的使用”。

中国国务院在2016年发布的《“十三五”国家科技创新规划》中，也对发展颠覆性技术做了规划，列举了机器人技术、3D技术、自主控制技术、脑科学技术、可控核聚变技术、材料基因组技术、超级电池技术、基因技术、网络攻防技术、AR/VR技术、碳氢快速催化合成技术、外骨骼技术等。

## 1.4 以信息为桥

在颠覆性技术爆炸的后信息时代，科学技术呈现出快速突破、加速融合、群体跃进的趋势。孤立地去理解技术、把握技术、对比技术，意义不大，技术之间是融会贯通、相辅相成的，一项技术的发展遇到了瓶颈，就需要另外技术来补充。这些技术，横跨了各个领域，融合在一起，共同推动文明的发展。在如图 1-2 所示的技术图谱中，后信息时代的颠覆性技术都与信息有着很深的渊源。

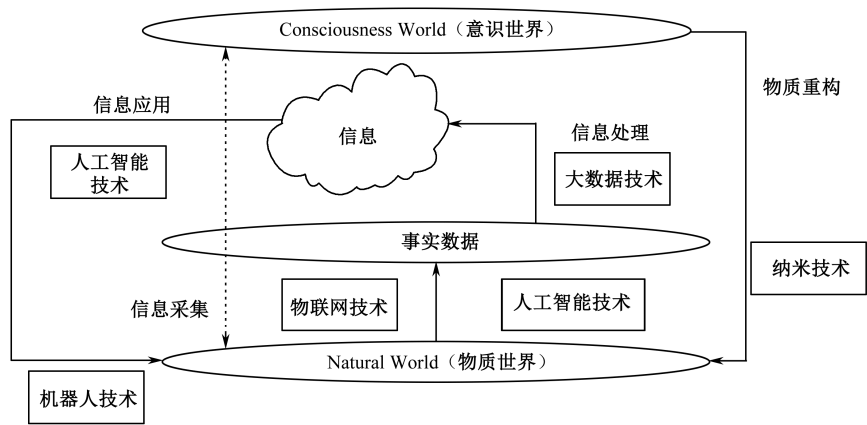


图 1-2 以信息为中心的技术图谱

物联网技术把所有的物理实体都联进了网络，借助于光纤、计算机、卫星、路由器、电话、传真等设备组成大大小小的局域网、广域网、企业网。这个网络可将各种语音、消息、图片和视频快速、准确地传递，感知无所不及、数据无所不包、计算无所不在的万物互联网络正在形成。预计



到 2020 年有 200 多亿各类设备接入物联网，到 2030 年，甚至可以与人类大脑直通。信息触角呈指数增长，延伸到世界的各个角落，进行常态化的数据搜集，产生了海量的数据和信息资料，提供了超海量数据的数据池。人们不用再担心数据不够，也不必担心获取信息的网络通路不存在。

大数据技术，指向了在海量数据基础上所衍生出来的对待数据的全新态度、理念和处理方法。大数据直接关注信息的意义，针对传统数据处理技术的不足，通过提高数据加工能力来实现数据的增值。大数据技术不关心事物“为什么”的因果关系，而着重于“是什么”的相关关系。

大数据技术处理规模超大的数据，需要大量的计算资源，并带来对分布式计算能力的需求。云计算技术将资源池化，实现数据、信息、知识、智能等虚拟化资源的全面管理，可以提供资源服务和分布式计算能力。云计算平台存储的数据对于人工智能很重要，有了持续的数据流入，处理和学习的数据越来越多，就可以最大化数据带来的价值，使得人工智能引擎变得更聪明。

人工智能技术研究意识世界，让我们了解神秘的人类思想和大脑的工作方式，并构建智能的机器。鉴于人工智能是对人的意识、思维信息过程的模拟，是怎样表示知识、获得知识并使用知识的科学，关注的是信息的高级应用。人工智能的出现使人与机器的界限逐渐模糊，人类的肉体终将隐藏，而包含自主意识的信息支配着斗争延续。

纳米技术在 20 世纪末、21 世纪之初兴起，它的灵感来自已故科学家理查德·弗曼在 1958 年美国物理学会会议上做的演讲《在底部还有很大空间》。纳米技术采用具有纳米尺度结构（原子、分子级，即 0.1 到 100 纳米）的材料，能够在原子水平上直接生产出自己需要的任何东西，实现了单位体积存储和处理信息能力的又一次飞跃。纳米技术推动工具的超微化，使人类摆脱庞大物质能量载体，使物质能量载体消耗大幅度减少。比如纳米技术用于电路制造，纳米级电子器件和集成电路可以使电脑缩小到黄豆大小。纳米技术增强了对微观事物的认知能力，将物质形态的差异本

质上归结为物质信息上的差异，填平了生物与非生物之间、物质和信息之间的鸿沟，最终，物质将被隐藏，而物质背后的信息将支配着社会的发展。人类最终能够按照自己的意愿操纵单个原子和分子，以实现对世界的有效控制。可见，在后信息时代技术图谱中，信息起着聚合多种技术的作用。

1.5 从数据到智能

信息是信息时代的时代标签，“信息就是信息，既不是物质，也不是能量”，20 世纪最有影响的哲学家卡尔·波普尔以超前的眼光，把信息与物质和意识并列为世界三大构成要素。它跟物质一样，是这个为数不多的、最基本的组成单元。

信息与数据、知识、智能紧密关联，共同构成了信息世界的基础，表 1-1 是关于四个术语的比较。

表 1-1 从数据到智能

术语	特征	说法
数据	未经处理的原始材料	科学家维克托·迈尔·舍恩伯格断言：“世界的本质是数据”； IBM 执行总裁罗睿兰认为：“数据将成为人类至关重要的自然资源”； 全球知名咨询公司麦卡锡称：“数据已经支撑到当前每一个行业和业务职能领域，成为重要的生产因素”
信息	有意义的数据	美国数学家、信息论的创始人香农认为“信息是用来消除随机不定性的东西”；美国应用数学家，控制论的创始人维纳在控制论中的观点“信息的本质是负熵”，负熵是无序的，即不确定的程度，“凡是在一种情况下能减少不确定性的任何事物都叫信息”

续表

术语	特征	说法
知识	具有一定目的的信息产生一定的行动	现代管理学之父彼得·德鲁克在《后资本主义社会》一书中指出：“知识是当今唯一有意义的资源，知识是在行动中有效的信息，是注重效果的信息”
智能	获取、推理、运用知识、分析、判断和行动的综合能力	控制论的创始人维纳将智能定义为：“有知识的行为舵手”。阿尔布斯定义了“智能是能在一种不确定的环境中做出合适的行动，或者做出合适的选择和决定的能力”

这几个概念都在图 1-3 中做了比较。基本含义如下。

智能（Intelligence）= 知识+运用
知识（Knowledge）= 信息+理解
信息（Information）= 数据+意义
数据（Data）= 事实的记录

图 1-3 数据、信息、知识、智能的概念比较

1. 数据是未经处理的原始材料

数据是对客观事物记录下来的可以鉴别的符号，这些符号包括数字、字符、图形等。如果从传输的角度来看，这些数据都是一些“0”“1”组成的二进制码。

信息化战争会衍生海量数据，数据来源不仅包括手机记录、电邮与文本文件，也包括更先进的卫星图像与情报、无人机监视和侦察数据等；据美军 2015 年统计数据，军队分布式通用地面情报系统每日采集的视频流数据总计超过 7TB；空军 ISR 机构每天搜集的视频数据约为 1600h。1 个 14h 的无人机任务可产生 70TB 数据，美军在卡塔尔的中央司令部联合指挥中心，屏上的战场情况图像每 2.5min 就更换一次。

## 2. 信息是有意义的数

数据经过处理加以解释，被组织成一种有意义的组合模式就是信息。信息是经过加工之后并对客观世界产生影响的数据。

信息核心特征在于它能消除不确定性。当前数据资料呈指数增长，海量的数据取之不尽、用之不竭，但泥沙俱下、鱼龙混杂；很多是无用的“噪声”，它们不是信息，只有数据有了意义，它才是信息。9·11事件前，一个叫弗兰克·阿舍的商人分析其个人数据服务公司收集的4.5亿人的数据，整理出1200人的恐怖分子嫌疑人的名单，9·11事件中的5名恐怖分子赫然在列，这时海量数据就转化为军事情报人员需要的有用信息。

## 3. 知识是信息的基本功效

信息经过带有语境的思维模型进行再加工，对信息进行系统化的提炼、研究、分析、解释、评价后，就产生了知识，知识能够精确地反映事物的本质。信息的获取，本质是为获取知识，知识来源于信息，但高于信息。

科学家哈托莱在1928年发表的《信息传输》论文中指出，“信息是一种事先未知的消息，能给人增加新的知识，不具备这种作用的消息，就不能称之为信息”。即使拥有完美的信息，如果没有找出其中的规律，那么信息也是毫无价值的。所以说知识是信息的基本功效，这种功效在军事领域，早在2500年前就被认识到，孙子讲“知彼知己，百战不殆”，“知可以战与不可以战者胜”。就是讲要及时、准确、详尽地获取情报信息，并转化为对敌人和自己认识的“知”，明确“何时、何地、何因、做什么、为何而战，对付哪个威胁，指导如何作战”。军事人员从数据中发现规律，掌握知识，就能为解决作战难题、预测未来行为打下基础。

#### 4. 智能是运用知识的能力

智能是获取知识、推理和运用知识的能力，包括知识理解推导能力、进化性质的学习能力、着眼全局的决策能力、具有理解的创新能力，以及运用的结果符合自然规律的程度。智能作为信息的更高形式，反映了知识的运用，在大量知识积累的基础上，总结成原理和法则，才能使智能发挥作用。

可见，数据、信息、知识、智能是一个层层递进的关系，知识、智能是信息的更高形式。信息将有望显著减少战争迷雾和阻力，知识将塑造战场空间，并创造成功的条件。智能将知识转化为分析、判断和行动。正确的预知，来自认知模式和关系的能力。只有更能深刻认识事物规律性，分析、判断和行动能力更强的一方才能胜利。

所以，我们不应该脱离信息时代看智能时代，而应该把智能时代看作信息时代的新阶段。智能时代的作战仍然是在信息化作战体系之上的，而信息是信息化作战体系中的核心要素，信息的快速传播加大了各组分间的相互作用效果，使作战体系结构发生了质的变化。这种变化带来了丰富的作战体系复杂性，智能作为认识复杂模式和关系的能力就显得特别重要。

军事革命正从传统消耗战争向知识密集型战争的智能战争转变。智能战争是信息战争的高级阶段，是未来发展的方向。

## 1.6 智能战争的雏形

智能时代作为后信息时代，其发展与信息时代具有一脉相承的连续性和规律性。随着近年来智能技术的迅猛发展，整个社会已呈现出智力爆炸

的时代特征。战胜围棋世界冠军的人工智能程序“阿尔法狗”的横空出世，展现了人工智能出神入化、变化多端、神鬼莫测、令人羡慕的思维能力。以前还可认为战略、谋略、大局观、洞察力等是万物之灵的人所擅长，机器不太可能有所作为。随着智能技术的发展，人工智能已经完全可以模仿经验思维、形象思维、直觉思维、灵感思维等人类才具备的思维方式，不再仅强于操作技巧，更长于大局观，不再仅满足于“计算”，更长于“算计”。当联想、认知等思维活动逐渐解密时，这些阵地也将一个个被机器攻破。另外，人有体力、心理、专注度等种种限制，而未来人工智能则充满理性的光芒，不会犯低级的错误。谷歌的技术总监，未来学家库兹韦尔预测，2045年人类将接近一个人工智能全面超越人脑的时刻。

人工智能技术的突飞猛进，智慧的空前飞跃，使得智能的威力得到进一步释放，也使世界性的新军事变革在多年发展之后出现了新的拐点。军队信息化变革步入尾声，而更高阶段的信息化战争——智能化战争，预计在未来几十年将会真正进入。

伴随着人工智能技术的不断成熟及无人自主作战平台的大量列装，智能化战争逐渐浮出水面，可以预见的智能战争的形态，有以下形式：

### 1. 无人和有人协同作战

未来陆战场将出现更多的自主化作战平台，形形色色的无人设备、智能系统和机器人部队将加入战争。从目前的发展来看，机器人的水平还比较低，自主化水平还不够高，更多的机器人是在人的控制下进行作战的。比如 F-35 战机由飞行员负责指挥控制主机，其决策助手支持人工智能终端，能够在不需要人工干预的情况下，控制武装无人僚机。

在日趋复杂的战场环境中，无人系统与有人武器的协同作战是一个重要方向，“人机协作”的“半人马模式”，让几乎所有部队在战场上都与各种各样的自动化系统和机器人合作。通过人机接口，人使用思维来控制机器人的身体，不能看成单纯的人；而机器因为有了人的思维操纵，

不能看成单纯的物；人与物的界限越来越模糊，真正地体现了人与装备的结合。

## 2. 无人系统的自主作战

美国“智能战”教父戈登·约翰逊主张把充满危险的军事行动和繁重的作战任务都交给机器人，用机器人代替士兵打仗，让他们执行几乎所有的军事任务，实现零伤亡的无人战争。

美国第三次“抵消战略”设想，意图利用人工智能及自主技术领域的快速发展，以进一步提高武器系统自主化水平。无人系统的自动化、自主性将获得突破，机器人几乎无所不能，在这样的战争下，机器接收到一个任务，根本无须人的干预，就能自主完成任务。未来完全有可能出现一场没有人参与的战争。

## 3. 群集作战

智能化将改变当前无人平台通常单装、零散使用的方式，使之向集群、规模运用转变。“蜂群战术”概念，提出利用一组廉价、大量分散的微型情报搜集器和小型智能武器采用集群的方法，弥补单个能力的不足，进行监视和观察，从而形成整体态势，并在打击行动中与敌交战。无间协作的“蜂群”小部队具有前所未有的水平感知形势，并能召唤防区外精确火力，对敌实施饱和攻击。

今天，平台统治着战场，但是随着时间的推移，大型、复杂的平台将不得不屈服于“狼群”“鱼群”“蜂群”等各类群集系统。由数以万计的传感器、发射器、微型机器人和迷你自动弹射器等构成的系统，在人类最少介入的情况下，将作为一个整体协调一致地进行战斗，合力探测、追踪、瞄准任何一个大到能够承载一个人的军事目标，并发射武器，实施全域的无人集群攻击与防御作战。

这正像我们所展望的战争图景一样，万物互联迈向万物智能，伴随着

人机协同作战和智能机器自主作战成为可能颠覆性的作战手段与作战概念的集中涌现，无人系统的自主作战、无人和有人协同作战、集群作战将对传统作战模式构成显著影响，导致未来作战样式发生重要改变。战争面临游戏规则的重写。

历史上军事变革，总是发轫于科学技术的进步，奠基于武器装备的创新，突破于作战方式的转变，成熟于组织体制的重构，深化于军事文化的转型，有着相当清晰的时序。



# 2

## 第 2 章

# 如何研究战争

- 2.1 创新的思维
- 2.2 军事理论研究
- 2.3 研究领域性质
- 2.4 理论研究本源
- 2.5 理论形成过程
- 2.6 研究方法论
- 2.7 研究方法
- 2.8 理论研究范式
- 2.9 智能战争的探索方法

## 2.1 创新的思维

智能战争在武器装备、人员素质、军队编制体制、指挥控制、战术战法、训练方法等诸多方面都将与传统战争形态极不相同。仗究竟该如何打？部队该如何建？所有的问题都没有现成的答案。

研究智能战争应当立足现在，展望未来。美国前任国防大学校长奇尔科特中将指出：“未来就是方向，未来就是希望。对于一个民族、一个国家、一支军队来说，最可怕的就是对未来不清楚”。面对未知的未来，部分人欢欣鼓舞，部分人惴惴不安。欢欣鼓舞的人乐见变化，希冀通过军事变革迎头赶上军事强国，他们欢呼并迎接着新时代的到来，就像是开足马达的赛艇，在乘风破浪中快乐徜徉；惴惴不安的人害怕变化，担心因为转型失误带来的巨大风险，他们反对并拖延着新时代的到来，就像是挥臂挡车的螳螂，终将在历史车轮前沦为尘土。

一旦囿于经验、惧怕风险，因循守旧，墨守成规成为主流，并最终演变为一种顽固的习惯思维，就往往会带来阻力，成为桎梏，使变革停滞不前。英国军事理论家、战略家利德尔·哈特说过：“比向军人灌输新思想唯一更难办的就是消除他的旧思想。”旧思想像枷锁一样禁锢着军官们的头脑，使他们囿于已形成的思维框架而无视军事技术的革新。作战是双方的对抗与竞争，敌人并不会按我们预定的规则、设想的套路出牌。固守的

往往是无能与荒谬，这种愚昧的坚持往往直到付出重大流血代价后才不得不加以改变。

落后的军队关注过去，平庸的军队关注眼前，伟大的军队关注长远。“死抱着过去陈旧的东西不放，对未来没有什么教益，因为未来跟过去发生的一切根本不同”。提出制空权理论的杜黑指出“战争是未来的可能性，因此，我们不能用过去的眼光来迎接它”。对未来必须从一个新的角度探索，关注长远的军队才能掌握制胜的先机，立于不败之地。胜利总是向这些能预见战争特性并勇于创新的人微笑，而不是对那些等待变化发生后才去适应的人微笑。

德国潜艇、美国的直升机在初期都被质疑乃至反对，但最后都成为赢家，成为最具代表性的军事创新。对于智能战争，目前我们跟外军基本上处于同一起跑线。这场竞争中要想获得成功，就必须以主动的姿态，推动军事变革，敢于不断地尝试和发展各种可能性；就必须要有比竞争对手更超前、更勇敢的具有创新意识的头脑和更为强大的创新能力。通过创新获取前瞻性，超前对手10年、20年或者更远。

创新以辩证的眼光，认识事物的客观规律，对未来发展的方向进行分析判断，并超前性地提出或想象出事物的未来状态。这种状态是模糊或者清晰不要紧，关键它是前卫的、新颖的、潮流的，能反映未来发展的趋势。创新是军事转型的灵魂，只有用创新思维设计明天的战争，通过军事理论创新牵引军队建设和作战实际，才能在智能战争中处于先发领跑地位。

## 2.2 军事理论研究

“欲其流长，必固其始”，军事理论创新牵引军队建设与作战实际。作为基础性、前瞻性和先导性的军事理论在战争研究体系中起着两种基本的

作用，一是解释，通过很好的概括和综合，使之能够解释军事现象发生的原因；二是预测，发现现象背后某种行为的模式，使之能进行实际的操作和预测。

理论的价值体现，就像一座金字塔，如图 2-1 所示，在顶部是起着预测作用的军事理论，它带有原创性的，能起着引领、塑造趋势的作用。而底部往往是对原创性军事理论的补充说明，通常在既有理论基础上产生，起到完善旧理论或者扩大理论的应用范围的作用。

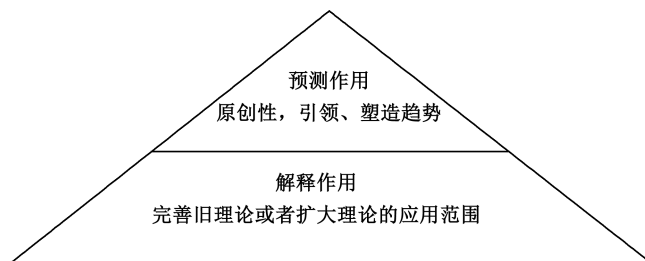


图 2-1 理论的作用

目前战争理论书籍，数量上蔚为可观，但对比这些书籍发现，理论冠名从机械化战争、电子战、信息战再到智能战，这些借鉴得来的概念，没有深入了解理论背后的思维过程，墙头变换大王旗，却换汤不换药，配套的想定还是阵地攻防、坚固阵地，战法还是前沿突破、纵深发展等，无法构建一个完善的内在逻辑，体系不完备，不配套，定性研究多、定量研究少；理论自身尚不能自圆其说，更不可能是真正有用的解决方案。这样的研究多处在金字塔的底端，充当分母，只能起一定的解释作用。总体上看，理论价值不高。

一些军事理论能处于金字塔的顶端，是因为它具有原创性，有与众不同的创新；并能在某一方面成熟，形成较为严格的内在体系，提供完整的解决方案，经得起丰富的实践检验，才能起到引领、塑造军事实践的理论预测作用，才是真正有价值的军事理论。军事理论一旦形成某种研究结论，

就事关生死。所以研究不能满足于解释一些既有现象，而必须试图预测某些战争行为，进而把握胜负的脉搏。

我国进入工业社会比西方晚数百年，进入信息社会也比西方晚数十年，在军事领域也是如此，当西方已经为信息化战争开始准备、跃跃欲试时，我军机械化的转化还没有完成，更遑论信息化。经过几十年的追赶，我国和军队的信息化建设取得长足进步，与西方的差距逐渐缩小。如今，智能化战争才初见萌芽，如果把握得好，这是机遇。通过智能化战争的研究，能让我军填补已有差距，甚至可以转而引领世界潮流。但如果还是停留在概念的翻炒，局限于文字的堆砌，那就只能跟在别人后面，亦步亦趋，信息化战争的旧愁未解，智能化战争再添新愁，差距越来越大。

迈向智能时代的军事理论创新不是一步登天的，如果急于求成，不懂得循序渐进，不遵循科学法则，就会欲速则不达。创新文章并不易做，既要有发展长期的眼光，也要有踏实的实践，既要发挥理论的预测作用，也鼓励理论的阐释作用，通过不断探索积少成多，推进军事理论的创新发展！

## 2.3 研究领域性质

军事理论研究战争的本质和规律，有其特殊性。其研究客体上既有文化、精神、伦理、谋略的战争艺术研究，又有武器、装备、能力、效能的战争技术研究，是艺术和技术的结合；研究范畴上既包含关注无生命的、冰冷的装备物理机理的自然科学，又包含分析情感意志、行为博弈的鲜活的人的社会科学，是自然科学和社会科学的结合。

战争作为技术与艺术的结合，如克劳塞维茨在《战争论》中解说为：“……战争这种意志活动既不像技术那样，只处理死的对象，也不像艺术那样，处理的是人的精神和感情这一类活的对象”。不管是战争艺术还是

战争技术，都是战争研究不可或缺的部分。东方军事文化传统重权谋，较多地关注战争艺术；西方军事文化传统是技术，强调战争的科学性成分。

其次，战争研究兼具自然科学和社会科学的特征。人类对事物现象的认识，包含社会现象和自然现象的认识。自然现象具有重复性，更重视数据，有一整套量化和实验的方法，希望准确地测量核心概念及其环境要素。而社会现象试图说明个人和群体的动机和行为，以及社会制度对他们影响的复杂现象，往往不可重复。社会现象由于有人的参与，自身会随着时间的推移发生变化，也会随外部环境而产生变化，因此社会科学研究要比自然科学研究具有更大的不确定性。误差范围大于自然科学，很难准确地测量核心概念及其环境因素。

战争高深莫测，如何研究才使人信服？这是我们进行研究时，必须考虑的问题。我们的军事理论创新并不乏真知灼见者，但我们对于研究军事理论的方法学和方法上却非常不足，这也成了军事问题研究的短板。

对于我军而言，长久以来，由于文化传统的原因，军事理论研究重文而轻理，较多地关注战争艺术，不重视战争的技术，长于谋划却短于计算，提出的观点得不到量化的支撑，可信性和可用性都严重不足。

军事理论研究不能够仅仅是定性研究，作为科学的理论，它要真正能对得起“科学”二字。如果不能与量化相结合，不能上升为科学，那么操作性很差，也就没有指导作用。

## 2.4 理论研究本源

战争世界作为整个理论研究的客观对象与基本起点，是“第一性”存在的。像自然界一样，它是实实在在存在的。它尽管扑朔迷离，却不是杂乱无章的，而是有固定模式和秩序的，这些模式和秩序表现为因果规律。

所谓宇宙，在时间上说，是因果相续，因前复有因，因因无始；果后复有果，果果无终；从空间上说，是主从相聚，主客复有主，没有绝对的中心，从旁复有从，没有绝对的边际。从这种继续不断的因果和重复牵引下的主从关系，而构成这个互相依存、繁杂万端的世界。

H.Bergmann 认为“因果律是科学的先验前提，不能由经验证明或推翻的，它的可能性就是一切科学的可能性”。在特定的情形下，原因总是会有导致某种结果或后果出现的倾向和趋势。这种前后相继关系的发生如同法则式规定。从科学的角度，承认战争的科学性，认为战争有规律可循，探寻战争的科学之解，就必须满足因果律。

因果律是科学系统所有探索的本原，也是战争的本质。战场上涉及的因素非常多，起因和其结果间存在巨大的鸿沟，其中因素有无数的组合方式，每一特定事件都有很多不同影响和原因，它们相互作用又相互适应。因此，为了使得战争预测失误的可能性减少，要理解有哪些问题，了解所涉及的因果关系，以及不同因果关系是如何连接和关联的，产生系统的看法。

作为军事理论，通过发现因果规律，试图清晰而全面地将这些因素系统地组织起来，从每一个行为回溯到适当的、有说服力的起因……也就能清晰地说明一件事情和另一件事情的联系。因果律简单地说就是相同的前提能得到相同的结论。大家知道，这个世界上，人一生不可能两次趟入同一条河流，也没有完全相同的两片树叶。即使面对同一个对手，不同时期也是不同的。我们只能说两者看上去相似，但“相同是绝对的精确，与粗略的相似能等同吗？”“相似的前提能否得到相似的结果呢？”哲学家休谟提出的归纳问题，在今天给我们的启示就是，对因果律绝不能理解得太过于简单。

战争的因果律，与自然界确定性的因果律不同，因为涉及社会中人的行为，战争世界的因果律是或然性或概然性的，它以概率的形式对战争现象做出阐述，引发我们对假设条件的重新思考，催促进行新的实践以发掘

新的理论，以解释战争为什么会是现在这个形式的。

探索因果关系就像解开一团乱麻，其千丝万缕，环环相扣，要甄别出真因果还是伪因果，区分出直接因果还是间接因果。这样的探索过程看似简单、自然，实则非常复杂，实际操作中，两件相继发生的事件，我们以为它们之间具有因果关系，但实际上只是碰巧伴随着发生而已。或者明明有因果关系，由于个人认识、处理数据、操控实验的水平受限，分析不出。因与果之间就像给绳子打结，每出现一个因，如同对一根绳子打上结，然后又在结上再打上结，如此这般，打上很多结，在解结时发现，一个结套一个结，牵动其中一个结，会引起其他结的伴随运动。我们可以说它们之间相关，却很难辨识出哪个是前一个打上的结（因），哪个是后一个打上的结（果）。由果溯因时，就像解结，先要解后打上的结，而不能从头扯起，一旦乱了次序，就会越解越乱。

## 2.5 理论形成过程

因果律，这是我们一直孜孜以求的，也是理论解释的最高水平。结合图 2-2，战争研究中，有五种不同的解释水平。它们从高到低分别是：因果律、定律、模型、分类、描述，如图 2-2 所示。

第一层是因果律，是最具有解释力的，它对“为什么”问题提供最完整的回答，并揭示事物产生所必须具备的条件。

第二层是定律，定律是被经验证实了的两个或多个变量之间重复发生的关系。定律可以说明变量的相关关系。往往使用“影响到”“产生”“导致”“刺激”“结果的改变”“作用于”等字眼。

第三层是模型，模型是以一种简化形式揭示了不同事物及其关系的结构。包括模拟模型、数学模型、趋势模型、随机模型、实验模型、因果路



径模型等。

第四层是分类，分类处于单个概念和理论之间的中间状态，是按照不同的特点划分事物，划分为有共性的若干种类。

第五层是描述，描述是对事物进行形象化的阐述，有时我们对那些被认定为客观且能显示其存在的事实通过概念进行描述，并把概念作为军事理论研究的逻辑起点和落脚点。

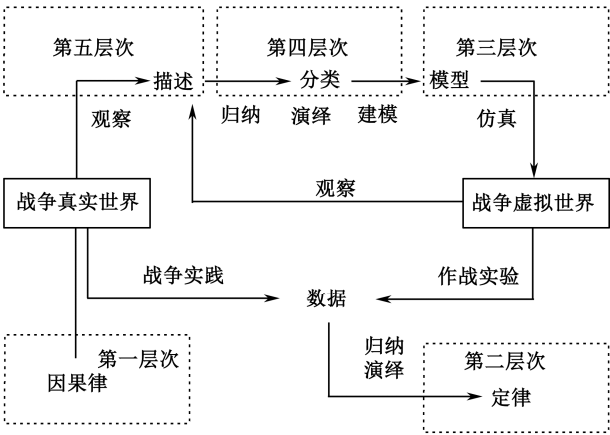


图 2-2 解释的五个层次

以理论形成和发展为主线，理论建构和理论验证构成整个研究过程。

1. 理论建构

战争的本质并不是明白地展现在我们面前，而是通过各种现象的观察来得到的，战争活动或简或繁的交互模式在整体上涌现出各种现象，如双方的角力、士气的涨落、人员的伤亡、武器的损伤、物资的消耗等。理论的建构需汲取军事人员对战争真实世界不断观察得到的经验，经验来自历史，或与他人研讨交流。从经验出发，产生对某一类战争现象的理解，对此进行描述，从而产生初步的认识。在研究真实世界时，我们往往从现象这种展现出来的结果去推寻规律。这种“现象中巩固的东西”，隐隐藏着

客观规律，反映着事物的本质。

在描述的现象和经验证据基础上，对社会现象做出系统性解释，通过对相应概念进行分类，形成分类概念体系。在概念体系之上有两种基本的推理形式，即从证据到理论的归纳推理及从理论到证据的演绎推理。经由概念的归纳、推理，就可形成理论的雏形。但理论解释水平较低。

## 2. 理论验证

任何思想和理论的产生，都不能凭主观空想，而只能从实践中来。理论之花易谢，实践之树常青。理论要经得起推敲和重复检验，实践是核心，脱离实践的理论，不能被实践检验的理论都是空中楼阁。毛泽东曾指出：“认识从实践开始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。”这就是检验理论和发展理论的基本过程。这里的实践有的来源于真实世界，有的来源于真实世界的替代——虚拟世界。虚拟世界所做的预实践同样是一种重要的实践形式。

通过实践就能得到充分的数据来支撑理论。对现象进行数据分析的基本原理是通过设置自变量 A，然后观察分析数据，如果从数据中观察到“如果 A 那么 B”的操纵关系在全部样本的因变量 B 的变化中体现，则推断 A 和 B 之间有因果关系。对变量 A 与变量 B 的关系进行检验，其实要明确四点：①A 和 B 之间到底有无关系；②关系是不是 A 发生 B 也出现的因果关系；③在不同作战背景条件下和在不同时间里，这种关系是否还成立；④A 是不是 B 发生变化的唯一原因，也即因果关系是不是唯一的。如果全都明确了，我们就能检验出原因，理论也就成为了科学的理论。

但是从纷繁复杂的战争现象中分离出适当的原因，确立不同现象之间的因果关系是个非常困难的尝试。实际上，结果 B 产生的原因不只是 A，还有其他原因。这些原因交错在一块，扯不清，道不明。另外，受我们对复杂系统的认知和实际技术条件限制，我们很多时候只能证明两件事情的

相关，不能证明因果关系的存在。也就是我们得到的是定律，而不一定是因果律。

作战预实践的手段称为作战实验，作战问题研究常常从简单开始，在相对简单的环境下进行实验，并对实验结果进行评估，以逐渐深化对问题的理解，产生对新领域明确的意识，在此反复循环之下，不断成熟完善。这样形成的理论解释水平就比较高。

## 2.6 研究方法论

不同的人会用不同的眼光去看待和分析战争。认识战争世界，理解战争世界的本质和运动根源，需要一定的世界观和认识论。如果它正确，就能为战争实践活动提供正确的道路；如果错误，战争实践活动就容易产生方向性错误。

传统研究机械化战争的思想是把战争简单化，在克劳塞维茨的《战争论》中，战争被看成是由无数细小的格斗、战斗组成，若干次战斗组合成一次战役，若干次战役构成一场战争，先研究细小的格斗和战斗的特点规律、实施方法，再扩大到大的战斗、战役，乃至战争。对此克劳塞维茨表述为：“我们想首先研究战争的各个要素，其次研究它的各个部分或环节，最后就其内在联系研究整体，也就是说先研究简单的再研究复杂的……”。

这种研究的思路就是还原论，本质就是将研究的对象分解成部分，认为部分研究清楚了，整体也就清楚了，如果部分研究不清楚，再继续分解下去进行研究，直到弄清楚为止。还原论贯穿着“把复杂性简化掉或把复杂性简单处理”的思维方式，在这种方法论的指导下，战争就像一部精密仪器，人们从简单性原则出发，通过认识部分来认识整体，通过认识低层次来认识高层次，这对于机械化战争之前的研究对象，这样处理是可行的

或近似可行的。但随着作战的复杂性越来越高，一味将产生复杂性的根源简化掉，将战争要素、过程分割成容易认识和研究的小块和片段，缺乏对作战体系整体上、宏观上的把握，这样得到的结果将不能够反映现象的固有特性，对作战的认识也只能是零碎的、机械的，难以把握现代和未来作战的特点和规律。

“整体论”是 20 世纪 30 年代贝塔朗菲提出的概念，强调整体上研究问题的本质，认为必须抛弃基于还原论的笛卡儿—牛顿范式，代之以新的实在观。但限于科学技术发展，当时，支持整体论的具体方法体系还没有。多是通过现象分析和经验对照来研究，很难透过扑朔迷离的现象抓本质，解决不了问题。

战争的复杂性日益提升，战争变得更不可确定和难以琢磨，伴随着人们面对纷繁战争时的声声叹息，20 世纪 90 年代彼得·圣吉发表了《第五项修炼》一文提出用系统思考来解决复杂问题，打开了运用现代系统论认识战争的新窗口。现代系统论可以打破整体与部分之间的隔膜，找到了从部分过渡到整体的媒介和桥梁，即整体与部分之间的关系，为人们从部分中认识整体，从有限中认识无限提供了可能的根据，共同揭示了整体与部分之间多层面、多视角、多维度的联系方式，是人们认识世界的新方法论。钱学森明确指出“我们提倡的系统论，既不是整体论，也非还原论，而是整体论与还原论的辩证统一”。由此可见，系统论方法吸收了还原论方法和整体论方法各自的长处，同时也弥补了各自的局限性，既超越了还原论方法，又发展了整体论方法。

与此同时，正因为现代战争的复杂性越来越高，被誉为“21 世纪科学”的复杂性科学引入军事实践，给军事问题研究带来全新视角。复杂性科学被视为一种超越自然科学和社会科学传统的新观念，它提出了一种新的科学本体论，拒绝了以普遍知识、实验控制、决定论、线性因果性为基础的传统认识论，它对事物的解释性说明是以有限知识、情境知识、开放和不可预测系统，以及复杂要素间的非线性互动为基础的，而这些要素表现出

层级性和自组织性。未来更有可能发生的战争模式不是牛顿式的、机械的、有序的，而是一个开放的、并行的和对初始条件和后续输入极为敏感的复杂系统”。国内，早在20世纪80年代，科学家钱学森创建了系统学，将系统分为简单系统、简单巨系统、复杂巨系统和特殊复杂巨系统，并提倡用复杂巨系统学来进行复杂巨系统的研究。

现代系统论与复杂性科学结合产生的一个重要研究领域是诺贝尔奖获得者约翰·霍兰在圣塔菲研究所成立十周年时正式提出的复杂适应系统（Complex Adaptive System, CAS）理论。霍兰提出的复杂适应系统理论比传统系统理论更具特色，复杂适应系统理论向我们展现的是系统的世界，而且是发展着的系统的世界。宇宙万物的奥秘在于生成演化的观点，而非还原论的存在观点，一切系统都不是永恒的，复杂适应系统是时时刻刻演化的。为什么它是演化的？理论的创始人约翰·霍兰提出“适应性造就复杂性”或许是最好的解释。复杂适应系统中的主体是一个具有适应能力的、主动的个体，它能够同环境和其他主体之间进行交互作用，并在这种持续的交互过程中不断学习、积累经验，根据学到的经验改变自身的结构和行为方式。复杂适应系统最迷人的地方，是适应性个体作用产生的复杂系统的涌现，其多源于少，复杂源于简单。涌现的系统才是不断演化的，也才最终体现充满生机的复杂性。以此描述战争世界，更接近战争的本质。

## 2.7 研究方法

未来战争的研究既要有长程视野，又要脚踏实地；既要有合适的方法论，还要有科学的方法。研究战争理论的过程就是人们运用各种科学的方法工具对战争的认识不断贴合其本质的过程。方法是达成目的的“船和桥”，只有掌握科学方法，运用方法不断实践，才会掌握真知。

人类在认识战争、改造战争的过程中，其研究战争的手段也在不断地增强，已经出现的方法就有哲学思辨、隐喻方法、量化分析、作战实验等。

2.7.1 哲学思辨

哲学思辨运用思维的力量，建立在观察、分析、综合等思维方法之上，透过历史表面的喧嚣去领悟历史的本质，把握历史的规律。在浩瀚的历史长河中，大大小小的战例如涸河之沙，不计其数。通过哲学思辨研究战例，从一大堆貌似杂乱无章的历史事实背后做出提纲挈领式的归纳和简化，从而寻找出理性的原则、规律和意义，这往往走在科学实证之前。

在图 2-3 展示的哲学思辨链条中，人们对历史战例所反映的真实战争进行观察，通过真真切切出现的战争现象，归纳出一类战争事实，并经由分析、综合，得到一些经验知识单元，存储于脑海，并加以传播与运用。人类的经验知识结构，日趋丰富，支撑更深入的分析、综合。

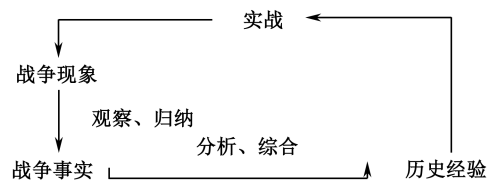


图 2-3 哲学思辨的相关概念

- 这条链条中，包含了下列概念：
- (1) 战争现象。战争现象是战争发展、变化中所表现的外部状态。战争现象中，既有密集出现的正常、普遍的现象，又有偶尔出现的反常、新奇现象，前者代表着稳定与平衡，后者孕育着生机与活力。
  - (2) 战争事实。战争事实属于科学事实，是人们通过感官获得，以感觉、知觉、直觉、表象形式描述出来的外经验知识。它将外部现象跟内部认知相结合，以抽象的符号化语言与具体事物建立联系，并伴随着主体人

对客观世界不断认识而积淀下来，成为大浪淘沙之后的颗颗珍珠。

（3）观察归纳。现象的出现难以预测，却有某种内在规律，需要依靠敏锐的洞察力观察，加以归纳分析以得到观察事实。

（4）分析、综合。分析是由果溯因，寻求产生结果的各部分原因，将感觉经验上升到普遍原则；综合是由因索果，是从各个部分的原因出发，把它们组合起来寻求产生预想的效果。

（5）历史经验。经验结构从历史中获得，如果其所依赖的某些方面经验条件没有改变，它们仍然是感知和评价任何未来经验的依据。

哲学思辨沿用至今，在军事学的发展中发挥出重要的作用，许多理论专家、学者运用哲学思辨获得了一些有一定指导意义的认识，但经验带来的既有缺陷也难以避免。

（1）哲学思辨的基础是发生过的事实，形成的规律也与这些事实关联，事实受环境限制，“橘生淮南则为橘，在淮北则为枳”。依赖经验和发现，通常会内在构建出一个看似合理的解释，然而，这样的解释仅仅是众多解释的一个，以此下结论，会将未来的可能性，缩小到一条单一的通路。一旦条件变化之后，规律的前提条件不再成立，不加区分盲目运用，就容易画虎不成反类犬。没有什么比只有一个念头的想法更危险了，我们不能把全部鸡蛋放在一个篮子里，相反，当一个人跑到一个黑暗的小巷时，应退回来并且选择另一条追求之道，速度越快，效果就越好。

（2）不同的人所掌握的经验不同，经验的相传依赖于意会言传，理解因人而异。口耳相传的经验与实际的差距偏移不断叠加，导致运用时就已面目全非。经验有时非常脆弱，不能过于依赖。很多错误理论的产生，追根溯源，是理论的提出者太相信、太依赖自己的假设了。一味地依赖自我感觉，容易没有根基，难以服人，但如果过于相信别人的经验，一味地以“以先人之是是为是，以哲人之非为非”，也容易落入窠臼，刻舟求剑。

（3）人在真实战争世界的经历和活动中，不可避免地受战时紧张、敏感的心理情绪影响，由此获得的调查数据并不能完全正确地反映研究对象

的真实情况。有时作为一个“理性的旁观者”对战争进行客观考察，往往能更好地探索战争中的因果关系。

（4）研究未来战争，没有任何既有事实供我们归纳，环境条件也发生巨大变化，这时经验的作用非常有限；德国著名军事理论家毛奇元帅指出：“不能忽视以往的战争经验，但必须牢记，它不能成为当今时代的规范”。今天的战争不同于昨日，未来的战争又与今天不同。历史经验也许可以教会我们打赢过去的战争，但无法教军人如何准备下一次战争。

## 2.7.2 隐喻方法

隐喻的意思是”转移“和”传达“，就是将一个事物形象地表达为另一个事物，通俗地讲，就是打比方。著有《科学革命的结构》一书的美国科学哲学家托马斯·库恩说：“除非拥有正确的隐喻使我们感知到，否则有些东西我们是看不到的”，意即隐喻只可意会，不可言传。人们赖以思维和行动的一般概念系统，从根本上讲是隐喻式的。

隐喻不仅是一种语言现象，它更是一种思维现象，隐喻是人们认知活动的一种手段。通过将源域与目标域打比方，以一种事物暗喻另一事物，在彼类事物暗示之下，感知、体验、想象、理解、谈论这些事物的心理、语言和文化行为。

凡是相似之处，均可打比方，通过打比方来寻找概念之间的共性，来链接概念。当把一个领域熟悉的概念援用到另外一个领域去进行诠释时，不用“如，像”而是直接比，这就是隐喻。认知语言学科创始人、美国哈佛大学教授莱考夫在《我们赖以的隐喻》一书中指明了“隐喻无处不在”，提出概念隐喻理论的思想，其核心内容是将隐喻当作一种认知手段，反映本质特征的主要表现形式就是概念的表述，通过跨概念域，遵循恒定原则的系统映射达成。



大不列颠百科全书认为：“隐喻是从理性的，可能是平淡无奇的对比，到两个事物的融合或者认同，到形成一个具有两者共同点的新实体的过程中产生质的飞跃”。隐喻常跨不同领域，常用于将一个学科领域的观点或者观念用到另一个学科领域中，把我们熟悉和不熟悉的事物联想起来，洞察其相似性，从中启发出新思想，激发出新领域的灵感。从隐喻来说明战争的原理，这看上去有些肤浅，不那么科学。但本质上反映的是一种相似性，跟建模所常要求的相似性是一致的。正因为用于比喻的事物与战场上发生的某些方面具有相似性，才会产生概念上的共振。

隐喻常常早于成熟的逻辑。很多科学都是自隐喻开始，如“原子核物理学之父”卢瑟福把太阳系类比为原子，促进了原子核物理学的蓬勃发展；“电学之父”法拉第将磁铁屑看作电场，引发了电磁学的突飞猛进。

我们的战争也常常自隐喻开始，战争隐喻寻找合适的景象和术语，用早为人们熟悉的或者易于理解把握的术语，恰当地描述战争，以反映战争的特征和规律。美国陆军军事学院院长罗伯特·斯格尔思将军在《未来战争》一书中说，在探讨未来战争理论时学习杰出军事思想家某些永恒的原理，将有助于获得对战争问题的深刻认识。永恒的原理很多都是经过千百年的提炼和传播的隐喻表达。克劳塞维茨的军事理论利用牛顿经典物理学中的原理和概念，提出了“阻力”“战争迷雾”“重心”“冲突”等比喻。其中“阻力”概念，最初是指物理上的阻力，后来被用到热力学领域，类比热耗散和熵的增加，产生了热力学第二定律。在之后，克劳塞维茨认识到作战本质也是一种非线性反馈，阻力用来反映作战中对计划和命令的一种反馈作用。这些隐喻在军事理论和实践中反复引用，扎根到人们的脑海，成为深入人心的观念，到了望文知义的程度，如今一提到战争就会习惯性地想到“桌球碰撞”的景象与“战争迷雾、重心、摩擦、线性、冲突”等字眼。无独有偶，中国古代兵法中也有很多隐喻，最有名的当是孙子“夫兵形象水，水之行，避高而趋下；兵之胜，避实而击虚。水因地而制形，兵因敌而制胜。故兵无成势，无恒形，能因敌变化而取胜者，谓之神”。

这就是用水的特性和逻辑描述战争奇正相生、变化无穷的用兵之理的经典隐喻。

隐喻方法对人们接触陌生的世界大有裨益，在表达观点、传播思想方面有一些优势。跨越领域的概念相互关联，只要概念描述的对象有相似性，就可以发挥我们的联想，通过参照系，将不熟悉的概念，转化为熟悉的概念。比如与军事学类似的有中药学，有人了解中医领域，他在分析战争的时候，就会更多地运用中医的相关语言。将战场类比为人体，将攻防双方类比为正气和邪气，攻方进攻类比为致病因素进入人体，防御类比为机体抵抗，将战法类型（速胜战/持久战）类比为急性病和慢性病，将兵力的变化映射到人体能量的盛衰消长，等等。

隐喻方法尽管促进思考，使用上没有限制，但是这种方法并不严谨，其逻辑性却难以证明，由于存在内涵上的模糊和混乱，概念会存在歧义和泛化，难以形成完整的理论体系。

另外，隐喻的质量良莠不齐，其中虽有真知灼见，但也有牵强附会。好的隐喻，是大浪淘沙后的精品，就像一些成语，其日越久，所反映的内涵越深入，越引人注目，而差的隐喻则没有那么强的生命力。

### 2.7.3 定量分析方法

定量分析是对事物现象的特性、相互作用关系或发展趋势用数量加以分析，给出研究的结果。

如果说哲学思辨和隐喻方法更多是从定性的角度，那么定量分析顾名思义是从定量的角度进行的。定性研究往往基于不同的概念预设，特别强调诠释、语境、叙事和移情，而定量研究则用标准化的问题和变量来测量，达成对现实的确定性解释。

定量分析自古就有，只是在近代之前一直没有被准确定位成一种方法。比如孙子，在兵法圣典《孙子兵法》中，多处使用了计、算、校（比

较)、称(比例)、分、数等数学概念,引入了一些量化的思维,丰富了他的军事理论,但本质上还是隐喻方法。直到伽利略使用实验、数学符号和定量分析进行动力学、天文学研究,这才掀起了追求定量分析描述的科学方法论的广泛应用。在科学技术水平及武器装备发展到一定阶段的条件下,军事问题的研究中逐渐引入了定量分析,产生了军事定量分析方法。

军事定量分析方法与一般意义的定量分析方法具有共同特征,它来源于解决军事问题的需要,运用定量的途径、策略手段、工具和程序来认识军事事物、解决军事问题。它作为科学技术与军事问题的结合,它的应用为从数理概念上认识和分析军事活动中各种要素之间的关系提供了认知的有效方法,为军事问题研究提供了科学的依据。随着信息技术和军事运筹分析手段的提升,越来越多的问题,能够被转化为用公式、符号、图形、数据表示的模型,用量化过程、模型运算来思考决策,并得出一个量化的结论。

正因为我们长久以来强调“战争艺术”,以定性为主研究军事问题,很多研究人员只会运用定性描述来研究军事问题,依经验、知识、谋略进行决策,因而缺失了“另一半”——量化的支撑。军事定量分析正好补上这缺失的一环,使军事问题的研究真正地成为“科学”。军事定量分析正在高速发展之中,各种各样的新理论、新模型、新算法不断涌现,已经形成了一个综合性的学科,对军事问题研究的支撑也涵盖了从思维到应用的多个层面,如图2-4所示。

定量分析方法群提供了成套的方法,且在不断丰富和发展之中,可以根据战争问题研究的性质对症下药,在这里我们仅对思维层面进行说明。

军事定量分析带给我们三种思维。

#### 1) “定性定量相结合的量化思维”

不管是定性和定量方法都在寻求理解同一现实。由于在战争中存在许多难以量化的复杂要素和纵横交错的复杂关系,必然涉及很多难以量化的问题,不能单纯依赖定量,或用数学方程精确描述,而对问题一味定量,

也难以实现。因此，要定性与定量相结合，根据实际情况来选择，是通过数学公式、模型规则来硬性表达可以量化的问题，还是运用定性经验相对灵活、弹性地解决问题。就像打山头，如果能够强攻，就猛打猛冲，直到拿下山头；如果强攻不行，就迂回包抄，包围敌人。

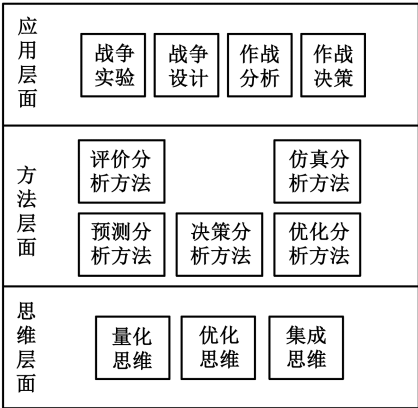


图 2-4 定量分析的支撑作用

2) “追求效益与规避风险相结合的优化思维”

战争需要兼顾效益和风险。优化思维意味着要追求效益，并规避作战中的风险，正因为量化使得我们对很多问题的理解更深刻，也给利用数量分析、获取更多效益打下了基础。粗放化的、“多多益善”的用兵原则受到挑战，“适时适量”“精兵够用”的原则则大放异彩。

3) “人机结合，以人为主的综合集成思维”

军事研究是一个综合性的系统工程，涉及方方面面。综合集成思维强调集成各种知识——感性的、理性的、经验的、科学的，定性的、定量的知识，吸纳了机器智能与专家智能，采用了“人机结合，以人为主”的综合集成策略，来共同解决问题。

## 2.7.4 作战实验方法

爱因斯坦曾经说过,西方科学的发展得益于两大传统,即逻辑与实验,实验重在发现事实,逻辑重在揭示规律。正是在这个意义上,爱因斯坦说:“事实上,我相信,甚至可以断言,在我们的思维我们的语言表述中所出现的各种概念,从逻辑上来看,都是思维的自由创造,它们不能从感觉经验中归纳地得到……要走向理论的建立,当然不存在什么逻辑的道路,只能通过构造性的尝试去探索,而这种尝试是要受支配于对事实知识的缜密考察的。人类对世界的认识越深入、越广阔,认识对象就越超出人的感觉范围和感觉能力,因此,我们需要在观察、实验的基础上,运用想象、推理和已知的科学原理进行实验”。

1589年,伽利略站在比萨斜塔上,将两个不同重量的铁球抛下的一瞬间,开创了现代实验的先河,此后,科学实验给自然科学发展带来了前所未有的动力,从牛顿定律到相对论,每次科学界的重大发现无不与实验息息相关。在伽利略看来,“科学研究与自然发现的正确道路,是从观察实验现象出发,用数学定量地描述科学规律,然后用实验加以验证,这一数学与实验相结合的方法,使得传统思辨、主观猜测的研究现状,走上了坚定的科学探索的道路,改变了科学研究的性质和方法,赋予了现代科学实验科学的特征”。

作战实验是在人为控制的条件下,为探索新的作战概念、试验已知的确定性作战概念假设或为演示传播作战概念的一种战争预实践活动。它与自然科学类似,它是用数学的方法检验新的作战概念、理论和方法,本质上是一种把现代数学方法、计算机模拟技术与科学实验手段相结合对军事问题进行研究的科学方法。

我们说实验方法严格说来也可认为是军事定量分析方法的一种,但与一般的定量分析,把所研究的问题转化为公式、符号、图形、数据的确定

模型不同，实验方法面对的是未来假设。假设是尚待检验的命题，假设对理论研究非常重要，几乎每一个理论都建立在不断地质疑和假设的基础上。爱因斯坦就设问，如果乘一束光旅行，那么世界是什么样子，并提出相对论来解释。恩格斯指出，“只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假说”。

很多情况下，科学实验前奏从假设开始，其应用步骤为：首先是通过探索，发现事实与原有理论相矛盾，然后，有创新精神的科学家提出新的假设解释原有的现象并提出新的预言，这种假设通过实验细致论证，在经过实验证实后，最后成为真正的理论。在假设活动中，离不开猜测、想象，但运用量化方法进行检验，这是至关重要的。

就像“不确定性”和“复杂性”等术语描述的那样，战争似乎就是川流不息、互不联系、因果不明的偶然事件，处于无序状态。我们总是被战争中发生的特殊事件所惊扰，这使研究人员处于尴尬。再高明的专家，即使自命上帝，所作的预言至多也就是“上帝掷骰子”的游戏，任什么也无法保证它的实现。

经验不能证明未来，因为人们所有的经验都是过去的，即使证明过千百次的经验，也不会有在未来一定实现的必然把握。鉴于未来战争的探索，无现成经验可循，也无实战检验的机会。哲学思辨以定性分析为主，依赖经验材料，缺乏数据支撑，不能保证预测未来世界一定会出现，因为能为逻辑所推导的结论，已包含在大前提之中，所得到的结果，其实只是全体中的个别，并不是什么未知的新鲜东西。其研究难以深入，推导可信性不高。研究结果难以检验，离达到“精确科学”的水平还有相当长的一个阶段。

新理论的发展需要实践的检验，面向未来进行战争设计，本身没有现实的实例可循，难以通过实战检验。以前的战例或者训练，所积累的经验，与特定环境相关，很难推广到其他场景中，成为通用性结论。所以作战实验作为一种“战争预实践”，它的出现，提供了像自然科学那样在实验中

发现和验证规律的手段，解决了战争陪伴流血死亡、规律研究受环境制约的难题；它注重理论与实践的结合，不同于天方夜谭的空想，它通过数据与事实证明，不同于纸上谈兵的虚浮，它洞开了设计未来的新空间，使得战争研究由经验总结式向开拓未来式转变，由单纯的概念思辨向定性与定量相结合的科学论证转变，它既有传统的思辨，又有定量的分析。越来越多的军事问题通过实验来检验。以前一直认为与自然科学研究截然不同的人文科学、社会科学的研究，现在也越来越多地采用科学实验的方法。

## 2.8 理论研究范式

范式的概念是科学哲学家托马斯·库恩提出并在《科学革命的结构》一书中系统阐述的。“按既定的用法，范式就是一种公认模型或模式”。范式是研究者观察世界的思想窗口，往往包含对知识本质的看法、方法论、有效性标准等。

以还原论、解构主义为基础的定量方法和以整体论、建构主义为基础的定性方法，实际上是两种范式，以前，双方阵营常常坚信自己的观点正确，产生所谓的“定性与定量之争”，当一方位于主流中心时，另一方就会处于研究的边缘。实际上，战争问题非常复杂，两种范式都不能独自解决问题，为此在定性与定量的选择上，不能固守其一。定性与定量相结合的混合方法，把定量的数据结果和定性数据进行比较，在结果比较中去寻求解释、引证、改进和澄清，从而丰富方法的结论，并描述数据揭示的新的观点。这对定性范式或者定量范式而言，都是一个意义上的提升。

范式不能简单地理解为一种理论，一种方法，它可以是一个综合体，随着新军事革命的深入，新的战争形态不断涌现，军事问题的复杂程度不断提高，但人类在认识战争、改造战争的过程中，研究战争的手段也在不

断地增强，逻辑的、数学的或实验的这些手段虽在竞争中相互更替，但本身没有对错，在解决具体问题的过程中，有功用上的大小之分，也有各自擅长的领域，常常你离不开我，我离不开你，需要同时存在，相互补充，共同形成研究战争的方法综合体。对未来战争的研究，我们除了让传统的哲学思辨和隐喻方法继续发扬光大，还要依赖各种新的技术，发挥数学推理和计算机仿真模拟等方法的特长，将多种方法，并肩携手，共同拨开战争迷雾。

所以，我们提倡一种“定性与定量相结合，综合集成已有方法”的新的范式，作为对未来战争研究的范式的一种探索尝试，这种范式贯穿理论形成过程，是包含创新思维、严密逻辑和科学方法的综合体，类似的范式在社会学、行为学、中医学研究中已得到应用。美国林肯大学教育学、心理学教授克雷斯韦尔把定性与定量结合的混合方法看成是定量方法和定性方法之后的第三种方法。巴比在《社会研究方法》一书中说：“社会科学研究是理论和研究、逻辑和观察、归纳和演绎——以及其他被称为范式的基本参考框架的相互激荡”。现代中医学运用实验和理论结合，将实证与分析结合，认识和理解关于人体各部位的动态变化和相互关系，从而成功进行手术和治病，获得了极大的成功，这更增强了我们应用到战争领域的信心。

## 2.9 智能战争的探索方法

运用这种理论研究范式形成了本书的研究方法体系，如图 2-5 所示。研究基于现代系统观（B1）和复杂性科学（B2）认识智能战争，分析未来作战军事需求；运用作战实验（C1）、哲学思辨（C2）、隐喻方法（C3）和定量分析（C4）的研究手段，分析、预测和设计智能战争；主要研究内



容包括战争系统原理（D1）、战争制胜机理（D2）、战争指控原理（D3）、任务共同体机制（D4）等。

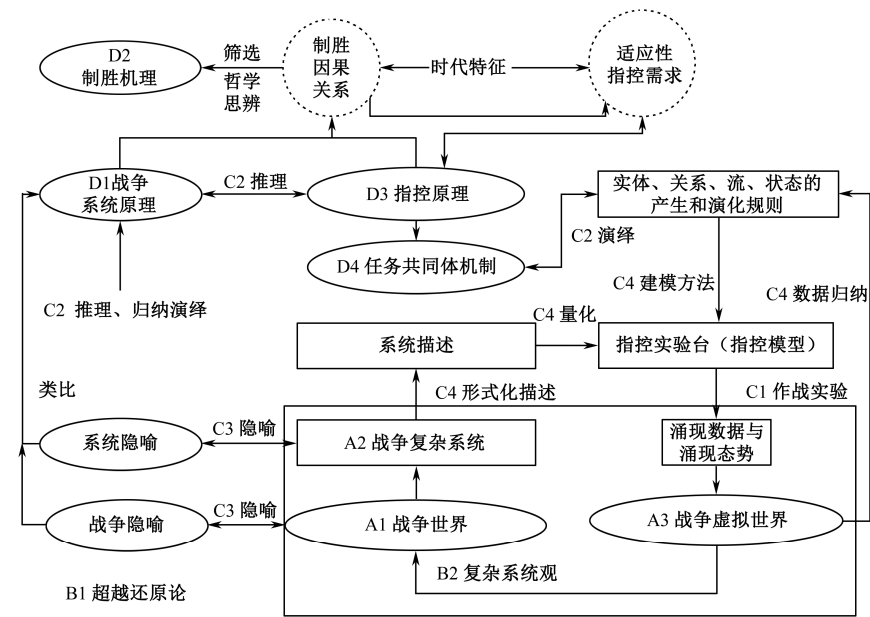


图 2-5 研究体系

其流程步骤大致为：

1) 战争世界的认识

战争世界的认识从历史隐喻开始。尽管战争的形态有很大变化，但战争的原理和制胜机理却是一脉相承的，对历史的理解是预测未来的钥匙，通过回顾和分析历史长河中的每一点，便于我们预测未来的战争发展。在分析战争原理和制胜机理时，历史情境与历史沿承，依然是必不可少的因素。

战争的原理并不是清晰地展现在我们面前，隐喻给了一个定性的模糊认识，要形成精确认识还是要从历史数据的定量分析中来。在研究战争时，我们往往从真实战争中看这些现象与结果，通过观察来得到战争活动或简或繁的交互模式，进而去推寻规律。比如 1948 年英国著名气象学家、数

学家路易斯·弗赖伊·理查森通过对战争史料查阅，收集了 1820 年到 1952 年间的 315 个战争数据，运用战争的统计学发现了战争的幂律原理。

## 2) 战争世界的描述

要描述战争，就要正确地认识战争，而这建立在正确的认识论基础上。我们基于现代系统论和复杂性科学，充分考虑战争世界的复杂性，分析战争的系统性质，明确其开放性、动态性、复杂性，从而说明为什么战争系统要被视为复杂适应系统。并借用隐喻方法，将战争世界和战争复杂系统隐喻进行类比，从而深刻地领会领域和领域中的概念体系。然后，采用哲学思辨的方法，对战争系统原理进行定性描述。

概念的形式化表达作为一种量化手段，在这里作为定性描述的补充，当建立了形式化的概念表达框架后，很多问题就可通过演绎推理来进行研究，为便于研究，我们不直接描述纷繁的战争世界，而是描述抽象化的战争系统，对战争复杂系统进行形式化描述，描述系统中的实体、关系、流等，并分析系统内部规则。

## 3) 战争原型设计

作为工程化思想的产物，战争设计是一个主动改变以适应未来的创新过程，是深化军事变革、打赢未来战争的关键。这里以作战概念为牵引，设计覆盖对于研究问题有影响的变量，研究变量之间协调作用发挥。特别针对指控设计，从复杂适应系统的角度分析战争原理；并结合时代特征，筛选在时代条件下起决定性作用的制胜机理，以战争原理为支撑，以制胜机理为牵引，运用归纳、演绎的方法主动设计智能作战指挥控制的组织结构、指控方式、信息流程。

在对战争系统的量化描述基础上，定性定量相结合，探索战争中因果关系，研究新的指挥控制机制、原理，设计任务共同体及相应的实现策略，形成人物共同体的解决方案。

## 4) 作战实验检验

智能战争与当代战争会有极大不同，未来战争的研究不可能直接面对

真实战争，而要通过虚拟战争世界来间接认识。运用建模仿真方法，构建一些模型、算法，建立指控实验台，作为预实践的虚拟战场，这个战场通过内部模型和算法的运转，将会产生大量的数据和涌现的态势。

作战实验检验采用作战实验方法，对已经产生的理论和种种断言进行实验检验，从而验证所设计的指控机制和任务共同体方法。在作战实验过程中，模型也是伴随着理论的深入而逐步进化的，有时也会产生突变。就像20世纪60年代，美空军少校博伊德在长期的作战和训练实践中，通过观察战斗机的空中翻飞现象，觉得这像热力学系统能量的增加和减少，进而对“几何空战”战术思想提出疑问，改从能量的角度研究战法，形成了“能量机动的理论”。

#### 5) 实际作战检验

任务共同体和指控机制都涉及部队建设，不可一蹴而就完成，部队的组织结构、装备运用必然有个逐步过渡的过程。当我们在训练和实战中运用军事理论，遵循理论所指导的方式进行作战，这就是对理论进行检验。当理论在战场的再塑造中，实验新的作战方式方法，产生新的实践，又可能引发新的理论。在新知识观的指导下，作为知识创新过程，知识的生成将是不断迭代的过程。

理论研究范式具有通用性，并不局限于一种军事理论、一类军事问题的研究。这里仅为示例。



# 3

## 第 3 章

# 战争系统原理

- 3.1 战争系统
- 3.2 从隐喻来看
- 3.3 复杂适应系统隐喻
- 3.4 系统原理
- 3.5 原理的启示

### 3.1 战争系统

战争身为万物之灵之间人的博弈、对抗，每个对手的行动不断地挑战与塑造着其他对手的行动，并且在此过程中改变着环境，这种交互造就了一个高度且永恒变化的战争系统。战争系统不同于一些简单、静态、封闭的系统。

在信息时代，随着信息技术的广泛应用，大量物理上分散、组分上独立、行为上自主的实体依靠信息网络互联在一起，它们广泛联系、相互依赖，之间存在着持续的物质、能量、信息的交换，并形成系统结构和功能上的整体涌现。与之前的战争系统相比，作战中关注的重点从实体转向系统，作战实体之间的关系更为密切，信息交互更为顺畅，系统的整体作用更为突出。

现代战争系统不仅包含了大量的系统组分，更包含了许多决策、指挥、组织等行为，是一个具有适应威胁、环境的动态系统，呈现高度的非线性、层次性、动态性、涌现性等系统表现形式，符合“复杂系统”的特征，可以视为复杂系统。美军将现代战争系统看作具有对抗性，能够不断适应变化、共同演化的复杂适应系统——参战各方力量由有思想、意识及行为的个体组成，为了生存，能采用自组织、自学习、自修复的运作方式来不断适应变化的环境，在“此消彼长”的交替过程中不断演化。学者董子峰认为：“军队战斗力系统是由人、武器装备及人与武器装备结合方式等要

素构成的开放复杂巨系统（OCGS）……任何战斗力要素或作战单元都是一个多体组合，而且是复杂自适应系统”。可见，现代战争系统是一个复杂系统，越来越成为大家的共识。

为此，我们要运用系统论的思维、复杂系统的观点来认识作战，研究作战。从系统的整体出发，综合考察战争系统，探寻要素之间的相互联系和相互制约，探寻系统与环境之间的相互影响和相互作用，探寻系统内部功能对象的运行机理和状态变化，探寻系统结构、运动、演化、行为的相关规律。

## 3.2 从隐喻来看

对于战争世界，人们用隐喻的方法来增进理解，引入隐喻的好处是可以将战争与很多领域链接起来，像“战争是遵守经典牛顿物理定律的两颗弹珠的非弹性碰撞系统”就是战争与物理世界的类比，“将战争看成是由活动黏性流体构成的自组织生态系统”就是战争与生态系统的类比。

隐喻建立了“跨域映射”，目标是在“始源域”和“目标域”之间建立起“映射”，其始源域结构相对清晰，目标域则相对模糊。始源域和目标域的确定，视认识主体的知识背景而定。对作战指挥人员而言，战争术语如数家珍，而对系统的认识也许并不那么深刻。那么始源域就是战争，目标域是系统。现在假设立足点是具备了现代系统观和复杂适应系统视角的军事运筹研究人员想了解战争，他们对系统的相关描述耳熟能详，而对战争术语可能不那么熟悉，那么始源域就是系统，目标域是战争。对此建立映射，开始战争研究。如表 3-1 所示，我们将系统中的一些概念与战争中的对应概念建设映射。

表 3-1 “战争“与“系统”的隐喻

始源域的概念	目标域的概念
系统	战争体系、战争系统
实体	作战单元、作战单位、武器装备、敌方目标
要素	侦察探测、指挥控制、作战行动、后勤保障等
关系	隶属、支援、配属、协同、指挥、控制等
交互	下达命令、上报情况、态势共享
流	物质流、能量流、信息流、光波、声波、电磁波
资源	武器弹药、经费、情报、士气、体能、生命力、精神
结构	布局、编成、编组、配置、指控网络
功能	武器使用、装备运用、战术运用、战法
过程	作战行动过程
效能	战争结果（胜/败，伤亡，损伤，消耗）

这里主要进行了一些名词的映射，进一步可以像语言学一样，给名词加上一些修饰，来说明属性，构成偏正结构，可以缩小映射的目标域范围。

1) 形容词修饰

比如将源域的“关系”，加上“静态”的形容词修饰，形成“静态的关系”，可以说明作战指挥中的“隶属”关系。

2) 名词修饰名词

比如将源域中的“结构”，加上“网络”名词修饰构成，“网络结构”可以映射到作战中的指挥体系。

3) 动宾、动补结构

比如将源域中的“交互”，加上“效果”作为补充，映射到指挥控制效果。“过程”加上动词“管控”，就可以映射到某种指挥控制方法上。

进一步组合成句又可以产生千千万万的隐喻变化。

除此之外，还有一些隐喻，像“重心、元、核”反映了实体在整体中的不同地位，“神谕、自组织”反映了系统的运行驱动方式，这样，原先一些通俗易懂，吸人眼球、新鲜刺激的战争隐喻，被系统隐喻表示之后，就可以从系统的角度拓展认识，在探索原理时也就能保证一定的逻辑性。



## 3.3 复杂适应系统隐喻

复杂适应系统大量吸取复杂系统研究的启示，成为描述和模拟复杂系统的、更有用的工具和手段。它也采用了一些隐喻词汇阐述了复杂适应系统的标识性概念，并将其作为理论支撑。如表 3-2 所示，这一组概念包括一个核心（主体）、四个表征（聚集、非线性、流、多样性）和三个机制（标识、内部模型、积木）。

表 3-2 “战争”与“复杂适应系统”的隐喻

概念名称	复杂适应系统中含义	战争领域中映射含义
主体	复杂适应系统为了强调系统中个体的主动性，对个体使用了“主体”的概念，相当于系统中的实体	人与武器结合产生的兵力，它具有自主判断能力，能与周围环境和个体交互，并根据周围环境和个体变化主动调整自身状态和行为规则，以便与之相适应
聚集	多个主体可以在一定条件下，通过“黏合”形成较大的聚集（aggregation agent），它们在系统中像一个单独的主体那样行动	作战单元有时会根据任务目标组合成一个大的作战单元，统一行动。比如一个工兵班作为一个组完成任务，上级指挥员只关注整个组的行动，而不会考虑具体单兵的动作
非线性	指主体及它们的属性发生变化时，不遵从“1+1=2”的线性关系	战斗力不是单个士兵战斗力的简单叠加，作战效果也常会出现“1+1≠2”的情况
流	物质、能量和信息能从一个主体传递到另一个主体，具有流的性质	军事系统也有“流”。作战过程中的情报信息、战斗物资的补给等，都会从一个作战单元传递到另外的作战单元
多样性	在适应过程中，由于种种原因，主体之间的差别会发展与扩大，最终形成分化	部队从单一兵种，逐渐分化、产生出不同类型、功能各异的兵种
标识	标识是为实现聚集和边界生成而存在的一种机制，有了标识，某些对群体有益的聚集就能够得到加强；反之，抑制	为了相互识别和目标选择，会通过一定的标识来区别是我方、友邻还是敌方，是坦克、飞机还是大炮
内部模型	主体复杂的内部机制，统称为内部模型	武器装备有其特有的控制机制，操纵着内部组分的相互作用、信息流向、效能生成
积木	复杂系统常常是由相对简单的组分，通过改变组合方式而形成的带有层次的整体	战争系统也是由一些基本的单元、行动组成的带有一定的阶梯状和网络状的复杂结构

复杂适应系统通过“核心—表征—机制”概念体系的不断发展与扩充，具备了描述和研究各种复杂系统的能力。这些概念在生态系统、社会系统等多种系统的分析中得到了应用发展。现在把它逐步移境到战争系统中来，从而给我们新的启迪。

### 3.4 系统原理

理解战争是如何开展比知道结果更重要。我们从上述隐喻概念中，遴选三组典型隐喻来理解、掌握战争系统遵循的基本原理，进而了解战争如何开展。

#### 1. 结构决定功能原理——非线性隐喻的内涵

复杂适应系统“非线性”隐喻说明了一种普遍存在的非线性关系。比如人的视觉系统，双眼视敏度并非单眼视敏度的 2 倍。而是 6~10 倍，即“ $1+1>2$ ”。它们之间也是输入和输出不成比例的非线性关系。

系统论认为，整体由部分组成，但绝不是部分简单的叠加。部分与部分之间的相互关系作用下会形成整体性结构，并涌现出整体属性和特殊功能，产生“ $1+1>2$ ”的非线性集结效果。科学大师钱学森在 20 世纪 60 年代推广系统论时，用吃饭的筷子打比喻说，“我的手上有一双筷子，就构成了吃饭的系统，所谓结构就是各个部分的配合。上述 2 只筷子吃饭夹东西就是一种结构。我们吃饺子时，也经常把两个筷子合起来搅拌，它又是一种结构，但功能不同”。

系统会因结构形成而产生“ $1+1>2$ ”的结构涌现效应，也会因结构破坏产生“ $100-1=0$ ”的结构崩塌效应。现代战争，敌我双方激烈对抗，在远离平衡态下不断地注入新的作战力量，形成一种宏观无序、微观有序的

混沌系统。混沌系统对初值敏感，一个小型的局部作战行动有可能直接导致整个作战体系发生“雪崩”现象，致使战场态势发生突变。比如精确打击力量打中敌人的一个指挥所，导致敌体系的崩溃。但无论是结构涌现还是崩塌，都会导致系统功能的变化。

## 2. 动力决定运动原理——势能隐喻的内涵

任何复杂系统都有一定的外在运动，表现为要素通过各种中介在时间和空间上不断运动变化的完整过程及展开状态。产生外在运动的是系统内在的动力。在物理学中，动力来源于“势能差”，所谓“势”指物体依据空间、时间位置和布局或自身状态的不同而具有能增强和削弱其功能的一种属性。“势能”指一种蓄势待发、想动未动的状态。“势能差”是一个相对值，有“高度差”才有水的流动，有“能量差”才有光与热的传输，有“信息的差异”才有知识的传递。

战争中的“势”，是指投入一个特定战场环境中的敌对双方在战场上部署和运用各种力量而形成的对比属性。双方以各自力量的数量和质量、部署的位置和形态、行动的样式和状态形成各自的“势能”，一旦条件达成，势能就能转化为动能。当军队进行部署、机动及其他作战行动时，势能就会发生变化；一旦发动或与敌交战，就能迅速转化为现实战斗力。

敌对双方都在谋求利用政治、经济、社会 and 自然领域的环境因素，使己方势得到发展，敌方势得到抑制，产生有利于己、不利于敌的“势差”。处于有利地位的“势差”对己方的目标有推动作用，让己方的力量更为强大，部署更为合理，得以有效地破坏或克制敌方的行动，在消灭敌人的同时保存自己。反之，己方势会不断遭到削弱，己方就会处处遭到限制。

## 3. 适应决定演化原理——适应性隐喻的内涵

适应性作为来自生物系统的词汇，指的是生物体在客观环境影响下可以逐渐形成一种与环境相适应的、适合自身生存的反应模式。适应性起源

于英国生物学家达尔文进化理论学说“适者生存”一词，各种生物互相进行生存斗争，适应自然变化的仍旧存活，不适应的就灭亡，“环境在做出选择，将根据能够或者不能适应环境中的突发事件来决定选中或淘汰”。适应性行为带来勃勃生机，导致系统中群体不断地进化，演化出万千变化，呈现出愈发复杂的景象。自然界中到处存在着适应性的例子：变色龙根据环境改变皮肤颜色、候鸟迁徙、蜜蜂分群时自发分化出蜂王与工蜂、狗熊在季节变换的时候更换自己的皮毛厚薄等。

在复杂适应系统观点中，适应性指的是系统及系统中实体能够与环境相互作用，根据环境的变化相应地改造自己以适应环境的特性。作战系统，之所以被认为是作战复杂系统，除了在系统组分上数量要足够大，种类要多样，关系的复杂性要能反映复杂巨系统的基本要素外，离不开适应性所产生的演变和变化。系统各种要素相互联系、相互作用，互为因果。从浩瀚的历史长河来看，战争系统中对抗始终存在于敌我双方之间，此消彼长，“适者生存”，双方都不得不持续地相互适应，作战系统处在不断演化之中。

### 3.5 原理的启示

当前，众多军事研究人员和专家学者运用系统原理研究信息化战争，运用隐喻方式理解作战现象和行为，就可以很好地对军事理论进行重新理解与设计。

#### 1. “结构决定功能”的原理启示

军事网络是由节点连接形成的结构，从“结构决定功能”的原理可以推断，军事网络诸要素自身发展、相互作用、有机结合的方式，是形成和提高战斗力的一整套相对稳定的方法和途径。

信息化战争中,各作战单元、作战要素利用信息技术,依托信息网络,将上级与下级、本部与友邻、军种与军种之间紧密联系在一起,使分散配置的部队可以共享战场信息。信息网络,以其融合性、跨域性和渗透性,穿越时空、产生连接力和融合力,对子系统和实体具有支撑作用,成为交战的物质基础,并表现出一种崭新的网络结构优势。这种优势使得信息大容量、高速度、不受时间地域限制地在战场全范围内流动,达成了全战场信息高度共享,大幅度提升部队的战场感知能力、杀伤能力和生存能力,从而实现作战体系整体作战能力的跃升。这就带来了“网聚能力”“网络支撑”“整体联网”等作战概念的提出。

正因为网络变得如此重要,因此对于己方来说就要防护这种网络,而要打击对方的网络,摧毁敌作战体系的要害目标和关键节点,从而控制主导作战的进程和结局。因此“体系破击、毁网断链”等概念被提出。

特定功能的作战单元和子系统功能联合、彼此影响、紧密衔接形成的结构,其发挥作用不仅仅限于其武器平台的功能和单元个体的能力,而更多地是通过合理的结构带来一种功能组合优势。功能耦合得好,长短互补,体系均衡,运作协调,可使系统更加稳定,抗扰力和应变能力增强,形成最大的体系合力,促进体系效能倍增。反之,功能搭配不合理,运作不协调,就会使实体相互制约,降低整体功能发挥。人们为了实现战斗力整体效能的最大发挥,开始根据作战的需要,合理搭配和组合己方的作战单元和作战系统,按照一定的比例把各种不同功能的军兵种像机器零部件一样组装在一起,形成功能互补、内聚融合的作战力量体系,实现两个以上作战部队最大限度地发挥各个作战力量的特长和优势,以取得最佳的作战效果。因此带来了“功能耦合、集效聚优”等概念。

## 2. “动力决定运动”的原理启示

根据动力决定运动的原理,作战体系内的动力决定了运动的方式,并主宰了战斗外在表现。体系内的动力是物质、能量、信息等诸多流。信息

时代，任何一次指挥活动的过程其实就是信息流在传感器、指挥工具、指挥机构、指挥对象之间完成传递的过程，而任何一次作战行动的完成则是信息流、物质流和能量流交叉作用的结果。因此我们要加快信息的快速流动和使用，以得到高质量的信息服务。

另外，势是有方向的，通过信息指引，可以驱动物质和能量同时攻击多个不同目标，使分散配置的部队发挥整体优势，降低作战风险。尽管打击、摧毁、消耗所直接依托的是充沛的物质和能量，但对敌人心理、意志的控制起核心作用的还是信息，信息决定了物质、能量的补充和释放。基于此原理可以推断出“信息主导”等概念。

由势驱动系统运动产生有序的、有机的联动。联动，顾名思义，是指若干个相关联的事物，一个运动或变化时，其他也跟着运动或变化。这也是系统形成合力的客观要求。作战系统各要素同步运行、整体联动，使各作战单元和子系统相互独立的作战功能凝聚成一个有机整体，并随时根据各种情况做出协调一致的反应。基于此原理可以推断出“并行联动”“整体联动”等概念。

### 3. “适应决定演化”的原理启示

适应性是作战系统不断进化的依据。在变化、非线性、不确定及不可预测的环境下，针对不断演化的现象，主动地做出适应性反应或灵活的决策调整，可保证整体功能不受损害，进而提供有效的行动能力。

不断变化的任务要求和高度动态的军事环境，都要求适时调整体系对抗部署和策略，通过自主适应、灵活决策，限制敌方采取下一套战略，使战争变得富有成效。这其中，实体通过自主适应，不断变化角色、调整自己的行为、发挥自身的功能；系统组分之间或增加关系、或减少关系、或调整联结的方式、或调整关系的强度、或改变关系的性质、或改变交互的内容以适应环境。基于此原理可以推出“自主作战”“适应性指挥”等概念。

系统原理可以应用于作战问题的研究之中，取得了较为丰硕的研究成果，军事学术界提出了“信息主导、集效聚优、并行联动、自适应协同及体系破击”等提法。任海泉指出“信息优势、整体联动、精确释能、体系破击”是现代作战的主要制胜机理，朱小宁提出了“还原、遮断、干扰、集中”是体系破击战的方法原理。系统原理也可用在军队编制体制的调整、指挥结构的优化、战术思想的开发、新式战法的探索等诸多方面，对我们研究制胜机理、指控原理、任务共同体的相关机制大有裨益。





# 4

## 第 4 章

# 制胜机理

- 4.1 概念内涵
- 4.2 制胜因素
- 4.3 制胜模式
- 4.4 发展路径
- 4.5 信息时代制胜机理
- 4.6 智能时代的制胜因素
- 4.7 智能时代的制胜模式
- 4.8 智能时代的制胜途径

## 4.1 概念内涵

战争的根本目的为打赢，古往今来，人们不断地努力去理解战争，力图深入探析战争，掌握战争的制胜之钥——制胜机理。战争制胜机理是战略、战役、战术各层次理论的顶层法则，是作战的内核，也是军事理论研究的逻辑起点和落脚点。战争制胜机理牵引着军事理论的发展变化，明晰制胜机理，才能使各层次作战理论的创新发展成为有源之水，有本之末。

为了研究它，首先要明确其定义，军事研究非常重视定义的辨析。定义限制着概念的研究范围，影响了我们对问题的理解。

“制胜”，顾名思义，是制服对方取得胜利的意思。《孙子兵法》的虚实篇第一次提到了制胜，“人皆知我所以胜之形，而莫知吾所以制胜之形”，其中，“所以制胜之形”，也就是一方用哪些方法来制敌取胜的。制胜表现为在交战点上形成并释放威慑和实战优势的过程，敌我双方力图比对方获得更高的势，并力图导致敌方损失更多的势。

“制胜”的含义相对稳定，而机理的定义和解释则多达几十种。在《现代汉语词典》中，机理是事物变化的道理。《辞海》中的定义机理为“为实现某一特定功能，一定的结构中各要素的内在工作方式及诸要素在一定环境条件下相互联系、相互作用的运行规则和原理”。《现代战争制胜机理研究》一书认为机理是“指一个工作系统组织或部分之间相互作用的过程和方式”。

通过梳理概念的来龙去脉可知，机理原指机器的构造和动作原理，从系统的视角，机器、武器、装备都可以看成系统，战争是诸多小系统组成的大系统，所以寻找机器的构造和工作原理，也就是要寻找系统结构中各

要素的内在工作方式及诸要素在一定环境条件下相互联系、相互作用的运行规则和原理，也即一个工作系统组织或部分之间相互作用的过程和方式。这些概念都指出了机理是事物系统结构、功能和运动发展过程中各要素的互动关系。

制胜和机理的结合，就是制胜机理，制胜机理是对战争全局具有决定性影响的因素及相互作用的机制和原理，是战争诸要素发挥制胜作用的必然过程和方式，反映了战争中内部因素影响下的作战过程和作战结果之间本质的、稳定的联系。

不同时代的战争制胜机理有着血脉相承的关系和千丝万缕的联系，但“法与时变，礼与俗化”，相对稳定的规律中蕴含有可变的内涵，时代不同，战争系统的要素和结构将产生变化，会触发不同的制胜规律显现，制胜机理也必然有不同的要义。习主席在重要讲话中指出：“现代战争确实发生了深刻变化，这些变化看上去眼花缭乱，但背后是有规律可循的，根本的是战争的制胜机理变了，我们要透过现象看本质，把现代战争的制胜机理搞透”。对机理把握得不深不透，会造成战争的被动。“一些军事准备斗争工作深入不下去，深层次原因还是对现代战争制胜机理缺乏认识”。

为了研究现代战争制胜机理乃至智能时代战争的制胜机理，我们要从制胜要素、制胜模式、制胜机理、制胜途径等方面，分析它们随历史的变迁，进而为未来发展提供逻辑依据。

## 4.2 制胜因素

战争是在形形色色因素相互作用、相互制约下产生的结果，研究战争制胜机理，可以分析影响现代战争胜负的主要因素，及诸因素之间的内在联系和相互作用的过程和方式。

因素与战斗进程和结局之间存在本质的、必然的因果联系。瑞士裔法国将领，军事理论家约米尼认为“战争实在是一幕大的戏剧，任何一种精神与物质的因素，都与它有关系”，比如孙子归纳出的战争影响因素包括道、天、地、将、法，换现在的话说就是民心士气、天气环境、自然环境、指挥、战术等。

决定战争胜负的因素同样不是单一的，而是复杂的，既有人的因素，又有物的因素；既有物质因素，又有精神因素；既有战斗力因素，又有战斗保障因素；它们共同构成制胜因素。图 4-1 使用鱼骨图法表示要素之间的复杂关系。

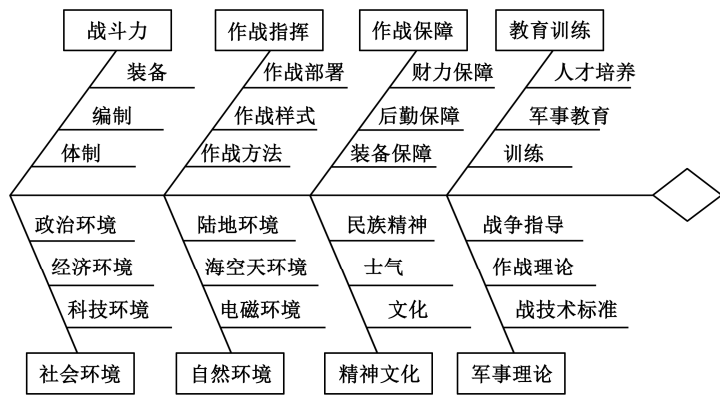


图 4-1 战争影响因素鱼骨图

因果作用的发挥，有时像一根链条，从位于链条的初端因素发力，会牵动后续的环节，将力一环接一环地传递，产生最终的效果。比如孙子提出“地生度，度生量，量生数，数生称，称生胜”，反映了当时兵家重视战场地形条件和容量大小对胜负的影响，就是包含了地形、容量、数量、力量对比的一个因果链，如图 4-2 所示，从“地”这个初因，牵引着其他因子，得到“胜”的结果。



图 4-2 战争因素影响链条示意

因果关系，有时像一张网络。多个原因和多个结果之间的相互依存、相互制约产生了有序的结构和运动的模式。比如说明影响与决定战斗成败最根本的因素是战斗力，如图 4-3 所示，敌我双方在作战中，通过打击敌人，就可以更好地保存自己的战斗力，如战斗力优于对手，可以增进部队的士气，进一步提高战斗力，打击对手的能力进一步增强；反之，士气低落，战斗力进一步削弱，打击对手的能力进一步削弱。这是一种具有正反馈相互作用的因果网。

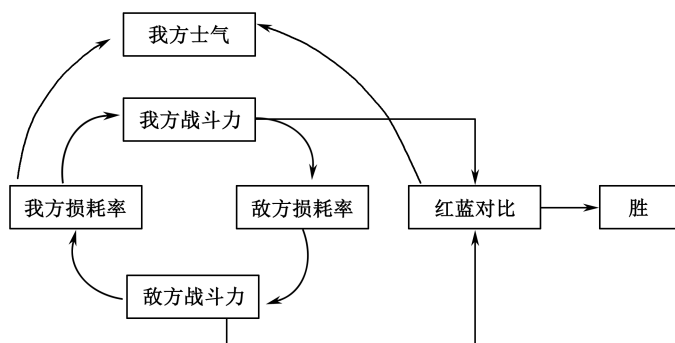


图 4-3 作战对抗基本因果网

战争系统的非线性告诉我们，作战的因素不是对战争胜负同样重要的。有些因素无关大局，作为系统的干扰或随机因素存在；有的因素，作为系统的关键因素存在。衡量谁是关键因素，主要是看交战双方在什么方面最能形成差距，关键因素就像阿基米德支点，它撬动双方的势力此消彼长，一旦足以决定胜负，就从偶然性跌落成注定。所以要顺藤摸瓜，从大千世界，因果驱动产生的种种现象、事件中去追溯本质；区分关键因素和一般因素，理解关键因素的变化与发展；通过有效地识别关键因素，寻找

和掌控关键因素，以点带面，实现对整个作战体系的有效调整，控制作战节奏，把握作战主动权，促使作战进程向有利于己方的方向演变。

战争系统的不确定性告诉我们，在战争迷雾的笼罩下，战争的进程和结局难以预测，战争的胜负就像倒立的金字塔，非常不稳定地平衡在一个尖端之上，没有一种影响是简单的，没有一个推断是确定的，这里没有金科玉律，也没有尚方宝剑。战争中的诸多因素在一定条件下都可能成为关键因素。比如拿破仑曾说“多兵之旅必胜”，就是说兵员数量在此时成为压倒性的制胜因素。

战争系统的动态性告诉我们，系统内外部因素也在持续不断变化中，影响因素在发展过程中会被其他因素所制衡、控制甚至替代，随着时间流逝，影响因素会随之强化或弱化，某些因素会让人记忆深刻，某些因素为人忽视淡化；另外，关键因素的数量和质量也会发生变化，原先的关键因素会退居幕后成为次要因素，而次要因素也会浮出水面转化为关键因素。

我们既要问“一次战争有哪些因素产生影响”“主导性的因素是什么”，还要问“决定性的因素是在什么条件下出现的”。关键因素可能在不同层次出现，受认知水平限制，有时不可能完全掌握关键因素，不能明晰它究竟在什么层次上或什么范围内支配作战。比如，我们常认为力量决定胜负，可纵观古今历史，会发现仍然有许多力量强大，占尽天时、地利的失败战例。可见所有战争的影响因素都不会凭空消失，它们安静的呆在某个地方，等待恰当的时机显现，当某些因素所产生的优势足以抵消其他同时作用的条件，就显现为制胜的重要因素并可以归纳为相应的制胜模式。

### 4.3 制胜模式

战争现象丰富多彩，人们观察战争中的种种现象，认识到它所隐含的

根本性影响，再归纳其中抽象模式，任何一种新制胜模式都不是在某一两场战争中的偶露峥嵘，而表现为一而再、再而三地反复重演。制胜机理的分析也要从定性归纳制胜模式开始。

### 1. “多胜少”的制胜模式

多胜少，是一种最易观察的模式，这里主导因素是数量，以及数量导致的力量对比。汉代名将韩信讲用兵多多益善，拿破仑讲多兵之旅必胜，都是源于对以多胜少的模式的认识。冷兵器时代战争胜利的夺取，主要通过扩大己方军队规模，以多胜少来实现。

以多胜少被认为是自然而然的。这样的战例往往被忽略，相反以少胜多却被很多军事谋略家所津津乐道。为什么会出现以少胜多呢，人员的数量固然重要，但数量并不意味着一切，拿破仑曾经说过：“两个马木留克兵可以对付三个法国兵，……但是一百个法国骑兵就不怕一百名马木留克兵，而一千名法国骑兵则能击溃一千五百名马木留克兵”。可见，由多胜少所支配的制胜关系是脆弱的。

### 2. “强胜弱”的制胜模式

强胜弱的模式，不仅表现在向战场投入了多少的兵力，还在于兵力的质量，斯大林把师的数量和质量看作决定战争命运的重要因素。兵力的质量又与人与装备结合的好坏有关，这时，制胜的关键在于装备和兵力的强弱与多寡。

战争是双方的博弈，在原始社会的肉搏格斗中，力量大、体力好的占优势，这时身体条件是主导性的；在冷兵器时代，兵器的好坏，以及使用兵器的本领起着主导性的作用。到热兵器时代，武器的威力已经远远超过了人的身体，尤其是武器效能、打击效果成倍递增的现代战争，武器装备的质量优势已经取代人力、武器的规模优势，骑兵在对付坦克时毫无办法。装备落后的一方即使人数众多，在面对装备领先的对手时几乎没有回手之

力。从身体强谓之强，到兵强马壮谓之强，到大炮巨舰谓之强，强与弱的标准一直变化。

### 3. “快胜慢”的制胜模式

不管是以多胜少的模式，还是以强胜弱的模式，都面临一个问题，企图在战场区域内处处以多胜少，以强制弱是不可能的，一个方向上加强兵力，往往就得冒削弱其他地域兵力的危险。由于不同地点战斗爆发的时机不同，在交战点上，需要部队能够通过集中兵力的行动达成局部优势，然后迅速分散，等待下一次重新组合。毛泽东在总结刘邓大军攻打国民党第三师的经验的时候指出：“必须集中优于敌人五倍或四倍至少三倍的兵力，首先歼灭敌一个至两个团，振起我军士气，引起敌人恐慌，得手后再歼敌第二部、第三部，各个击破之。”

任何行动的完成都需要时间，不管是快速地集中兵力，还是缩短行动产生效果的时间，都强调一个“快”。如远程打击，可以看作缩短了发射到摧毁目标所耗费的时间；远程投送，可以看作在短时间内把作战力量运送到远距离的战场执行军事任务；远程探测，可以看作在较早的时间发现目标；精确打击，可以看作在短时间内取得了打击效果。这样，对作战效果的度量可以通过时间统一衡量。

孙子云“兵贵速”，强调通过机动速度闪电般的掌握先机。第二次世界大战德军的原则是：“每一分钟都赶在敌人前面就是优势”。现代战争，速度仍然是非常重要的因素，美军在其战斗条令中，就列为关键要素之一，“一分钟可决定战斗胜负，一两小时能决定战局成败”。美国陆军军事学院院长罗伯特·斯格尔思在《未来战争》一书中指出“机动速度将是信息时代军队的要素，只有具备快速机动能力的部队才能打破企图制造僵局的敌人”，还强调“未来地面作战部队的一个关键因素是机动速度”。除了机动，其他行动也是一样，各项工作都讲究快速地获取情报，快速地定下决心，快速地下达控制指令，快速地调整部署，无不体现一个“快”字。



美国版的孙子兵法《震慑与畏惧——迅速制胜之道》提出“快速制胜”，也即“快胜慢”的制胜模式。美国前国防部长科恩就曾经说过“以前的哲学是大吃小，现在的哲学是快吃慢”。“积小胜为大胜”的“大吃小”“强胜弱”的作战模式，彻底失去了主导地位，而充分利用作战诸要素一体，实时、联动的“快吃慢”方式则成为主角。

在这几种模式之外，还有以勇胜怯、以合胜散、以准胜偏等。战争有多少制胜因素及相互作用，就会有多少制胜模式与之对应，在战争发展的不同过程和不同阶段，主要制胜因素不同，制胜模式也不同，我们要学会抓主要矛盾，切勿眉毛胡子一把抓。具体地说，就是要结合时代特征，来把握制胜因素、制胜模式，分析制胜机理。

## 4.4 发展路径

不同时代在制胜表现、优势释放、制胜模式上有所不同。图4-4是不同时代的制胜机理的发展路径变迁图。

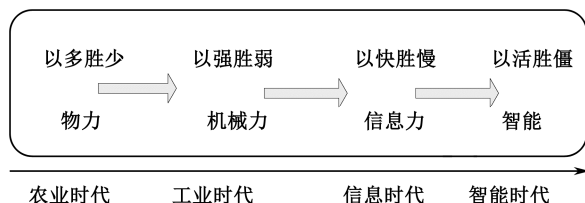


图 4-4 不同时代的制胜路径变迁

冷兵器时代，战争制胜的主导因素是物质，以“物力”（数量、力量、技能）为衡量，优势表现为人与武器数量、质量的优势，途径是通过提高人员体能和技能、改良兵器材质和式样来获得的，这时以多胜少的模式最明显，以强胜弱的模式也有所显现，而以快胜慢的模式，由于敌情的获取、

作战力量的集中、军用物资的运输依靠人力手段，难以有很高的时效，而不明显。

机械化战争时代，战争制胜的主导因素是能量，以兵力、火力、机动力、防护力、指挥控制能力、保障能力等机械力所释放的“能量”（速度、烈度、规模）为衡量，优势表现在聚集和使用机械能和化学能上。途径是增加兵力、兵器数量规模，提高火器射程、增强射击精度，以及增强武器平台的杀伤力、机动力、防护力及火力上来获得的。机械化战争时代，由于武器平台的发展，使得武器的能力相差悬殊，单纯部队数量的优势已经不那么明显。

信息战争时代，实体作战能力已经提升到一定程度，在有限的物理空间内，单纯地提高火力、机动力、防护力的上限带来的效益逐渐减弱。即便是超级武器，也可能因找不到打击的对象，而无用武之地；虚拟空间内，信息的重要性远远超过任何一个时代。这种不可阻挡的潮流应用于军事领域，必将改变主战兵器的技术属性及战争状态。基于信息的体系作战，已经与传统消耗战争分道扬镳，它的战争系统是在信息网络支撑下紧密结合的整体，信息已成为其最大推动力。正如美国国防部官员艾伦·坎朋说过，海湾战争是一场电脑中一盎司硅片比一吨铀还要有用的战争。信息已经从战争的边缘地带转移到中心位置，上升为战争制胜的主导因素。

与机械化时代战争不同，信息时代战争能量的流动是通过对信息的有序高效运用来加以精确控制的，即所谓以信息流控制物质和能量流动。信息时代战争依赖的不是机械化的钢铁流，而是信息流。夺取控制权的不是炮弹和子弹，而是信息。信息成为对抗双方争夺的焦点，信息差异将带来全面的差异，从而影响战争胜负的进程。

美国 Alberts 等人发表了关于信息优势的研究报告，多次指出，通过夺取信息优势，建立作战力量的决策优势和全维优势，形成战场的综合控制权，能更快、更准、更全面、更高效地掌握和运用信息，确保己方信息的有序顺畅流动，遏制敌方对信息获取和利用，就能“制人而不制于人”。

在今天，信息优势已经很好地体现。2011 年，以美国为首的北约部队

在对利比亚内战进行武装干涉的过程中，北约部队充分利用信息网络，将战场侦察、预警体系、打击系统有机地链接，在空中执行打击任务的飞机从受领任务到完成任务只需短短的3分钟，极大地提高了打击的效果，凸显了信息在作战中的作用。再比如，2011年5月1日美军击毙本·拉登行动，仅动用了4架直升机、24名海豹突击队队员，但天上有十几颗卫星提供信息保障，海上有航母舰队接应，陆上有美军驻中亚的军事基地进行支援，奥巴马总统等美国最高决策层的官员在一万多千米外的白宫，通过视频实时观察并指挥控制作战全过程。这是一场典型的战略体系、信息系统支撑下的精兵战术行动。近几场高技术局部战争实践凸显了信息在制胜因素中的主导作用：战争的胜负越来越取决于交战双方对信息的拥有量、对信息的认知度和掌握程度。

信息化战争时代，随着网络设施和信息能力的增强，信息牵引作战力量能量释放的威力更准、更大，部队作战效能的发挥将不再受地理条件的制约，作为一种历史趋势，传统地理环境因素的影响已经终结，集中兵力以多胜少的模式日渐式微。机械化时代由于装备机动速度的增加和装备不知疲倦的特性，通过机动达到聚集兵力的目的较易达到，以快胜慢的模式也较为明显。但信息化战争以前的作战过程中，虽然也强调“兵贵神速”“时间就是胜利”，但与信息化战争时代的要求不在一个水平上。信息具有时效性，过时的信息价值就会折损甚至消失。因此，及时地占有信息、迅速地传递信息和准确地处理信息显得十分重要。信息化战争时代从单一的机动速度转变到反映全面的OODA环的信息处理速度上。

## 4.5 信息时代制胜机理

美国战略家博伊德提出的OODA环理论，正是基于对“以快胜慢”的制胜规律及其作用条件和作用范围认识不断深化的基础上。战争是“冲

突时一系列事件的竞争，从侦察（Observation）、判断（Orientation）、决策（Decision）和行动（Action）的循环”，这个循环过程被称为“OODA（观察—判断—决策—行动）周期”。基于 OODA 环，美国国防部在给国会的《网络中心战》报告中，提出了“杀伤链”的概念，所谓“杀伤链”就是用一种新的方式（信息流），把传感器、分析人员、决策人员和射手连接起来，形成从发现—锁定—跟踪—定位—交战—评估—再发现的头尾相接的完整链条。

如图 4-5 所示，在作战中，对抗各方会不断观察周围环境，获取相关信息，判断威胁，即时调整，做出决策，并采取相应的行动。对抗时，打击对方武器平台，由于此时 OODA 环的通道依然是畅通的，敌体系内其他平台的存在仍可以产生威胁。打击传感器，可以切断情报和战场态势来源，但此时传感器平时积累的目标资料可以继续使用冲突体现在 OODA 环的时间竞争上，如果能努力缩短己方的 OODA 周期，并尽可能地增加敌方的 OODA 周期，使己方的决策周期短于对手的决策周期，就能掌握作战的主动权，获得巨大的优势。为对此说明，博伊德给出了米格-15 与 F86 搏斗的例子，米格-15 在机动性上、单武器平台的优势上、火力上均优于 F86，但信息处理不如 F86 迅捷，F86 具有更广阔的视野、更准确的判断、更迅速的决策和更敏捷的行动，在作战时具有很大的优势。

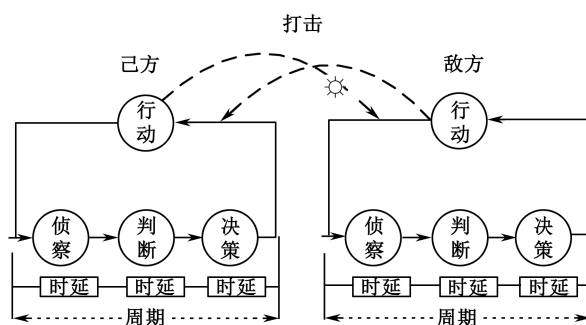


图 4-5 对抗冲突双方 OODA 环原理

OODA 环说明了信息时代制胜的要素是信息,明确了信息时代战争制胜的基本途径和发展方向。苏联洛莫夫上将曾说过:“谁在较短的时限内搜集到必要的情报和定下决心,规定任务和组织军队的行动,准备和实施对各个目标的突击,及时调集预备队和把它投入战斗,谁就能赢得胜利”。美军提出的“快速决定性”理论认为要求提高 OODA(观察—判断—决策—行动)循环速度,模式是“以快制慢”,手段在于谁能以更快的速度完成 OODA 周期。在伊拉克战争中,美军运用这一理论,取得了较好的效果。

过去从作战目标选定、信息获取、传输反馈到火力打击这一过程,一般要 48 小时,在伊拉克战争中缩短为仅 10 秒,平均周期将以秒计。“秒杀”充斥于战场。尖端领域的较量,毫秒甚至纳秒就会造成别样的局面,战场时空转换天平进一步向时间倾斜。

## 4.6 智能时代的制胜因素

智能时代的制胜机理既满足信息时代战争制胜的一般规律,又有自己的时代特征,具有现实意义和运用要求。

在信息时代,信息是制胜因素,信息无孔不入的独特性能,使得作战威力倍增。随着各类信息技术的发展,完善了传感器系统的性能,增强了战场透明度,提高了武器系统的精确度,后信息时代作战已经不是看不到(观察)、打不着(打击)的问题,而是不明确“敌人在哪里,谁是敌人,怎么行动”(判断、决定行动)的尴尬。人们在武器运用、及时准确获取信息方面可以拥有明显的优势,但如果不能转变为有意义的行动,这种优势是毫无用处的。

战争进程可以抽象为通过认知和行动两大活动发挥战斗力的过程，战争中的认知即认清战场态势、敌我双方力量，目的是根据认知采取适当的策略，在知己知彼的基础上制定战术，选用战法，进而产生种种行动（机动、攻击、撤退、威胁、交火）。

在战场中观察—判断—决策—行动的OODA链式循环中，“判断”和“决策”都是认知活动，判断是对思维对象有所肯定或有所否定的一种思维形式，表现了关于世界的意象、观点或印象，判断会形成心理模型和概念来支持决策。决策是人们为各种事件出主意、做决定的过程，是一个复杂的思维操作过程。OODA环通过“判断”“决策”这个“中枢神经”和“大脑”，在搜集信息基础上，分析思考之后做出指示，并通过神经将侦查、监视、打击、突击等任务分配到“四肢”去执行。

认知活动依赖的是智能，从信息、知识到智能的一组轨迹来看，信息只是提供了判断的材料，但各级指挥机构对于情报信息的掌握并非越多越好，处理信息本身就是耗时耗力的事情，手头信息过多来，不急处理，反而增加了决策的难度。所以信息要转化成知识，并发挥知识的功用，从而使得判断迅捷。知识有利于判断与决策，信息时代军队试图利用时间和知识迅速结束冲突，但是如果没有智能，就如同用自己的符号范式，不经“翻译”地解读别人用其他符号范式表达的知识，错得一塌糊涂，反而影响指挥决策，产生负面效应。智能影响了认知的效果，实际上指挥员想要的是又快又好的判断与决策，如果判断仅仅快，但是南辕北辙，那么这种快并不能带来好的效果。

第二次世界大战特别是东西方之间的冷战之后，进一步形成了对武器和技术的崇拜。追求速度达到极致，从第一次海湾战争开始，美军在20年的时间里把战场上从传感器到开火时间由小时级别缩短到分钟级，但这种速度往往是在牺牲对情形和使命的理解之上取得的，2003年美国打造的世界第一支数字化机步师在伊拉克亮相，但不能与使命相适应，失去了风驰电掣的快速反应，也就抓不住战机，表现平平。

智能时代是信息时代的升华，随着信息获取范围越来越广泛、越来越迅速，理解对抗中信息背后的意义，通过理解提升信息为智能，才能解决追求速度与保障质量的矛盾，从制胜要素来说，也理所当然地转向智能。

## 4.7 智能时代的制胜模式

战争的胜利不仅仅靠人多、兵强、马快。历史上，官渡之战中曹操以少胜多，赤壁之战中蜀吴以弱胜强，马陵之战中孙膑以慢敌快，似乎逃离了列出的几种制胜模式。人们分析这些战例，胜方的军队往往灵活应变、出奇不意，不按常理出牌；失利的军队往往墨守成规、一厢情愿，用兵固定僵化。

战争的对抗特性，使得交战双方的行动，以及针对对方行动的反制行动连贯交替进行，双方互为背景，应敌人的行动而行动。这种互动，使得每一种形势都含有矛盾对立的两方面，带来了多种可能性。要掌握主动权，就需要具有快速实施和调整的能力，对这些可能性反应灵敏、根据情况变化主动适应，达到因敌制胜。

灵活的思想渐渐被提炼出来，古今中外的军事家都十分强调通过灵活掌握主动权的重要作用。孙子说：“善战者，制人而不制于人”；毛主席说：“行动的自由是军队的命脉，军队失掉了主动权被迫处于被动地位，这个军队就不自由就有被消灭或被打败的危险”。在抗日战争时期，中国大地上的游击战之所以效果显著，就是受益于灵活的思想。拿破仑在早期战役中运用了灵活的思想取得了辉煌的战果，而后期由于失去了变化和灵活性而不那么成功。9·11事件使得许多军事指挥人员、专家、学者认识到，今日战场上的胜负更要依靠敏捷灵活，而非军力。

“敏捷、灵活”是达成主动的途径。未来作战复杂性和不确定性增加，

战场环境和任务经常性地激烈变化，部队也会打破常规的战术部署和行动，隐蔽或掩饰己方的目的和意图，以及迷惑和扰乱敌人行动，这就需要机警的反应、灵活地应对，以维持战争中的主动权。必须灵活根据作战使命与战场环境调整组织对抗部署和策略，根据判断，调度手中掌握的资源，从而合理高效地完成作战行动。为了避免行动被敌人预料并确保适应各种挑战，己方必须拥有全部判断模式，以及有能力根据当前形势选择正确的判断模式，同时剥夺敌人的选择能力。一方一旦达成作战行动的敏捷性，就会让对方难以迅速指挥做出正确反应。这样，表现出来的制胜模式，就是“以活胜僵”的模式。

以前我们不太强调“以活胜僵”的模式，因为我们没有太认识智能的本质，我们常常以会用谋略来说明，认为谋略是化腐朽为神奇的神来之笔，是它导致了战争中的“以弱胜强，以少胜多”，但谋略的应用因人而异，而谋略实施的条件又那么狭窄，使得胜者心有余悸，输也归咎于天亡我也，这使战争染上了神秘的色彩，给战争披上了诡异的外衣。

随着进入后信息时代，人们越来越接近智能的本质，之前无法把握、无法量化的智能也逐渐被认识。智能上升为制胜要素，塑造着我们判断、决策的方式，塑造着之后的行动。这意味着“OODA 环”的时间控制，将以缩短判断、决策时间为中心环节。以后的取胜，不在于动作的快速，而在于思维的快慢。智能主导下的战争，其综合优势的取得是以“智能、精度、联动”为衡量的，“以活胜僵”的模式也逐渐显现。

## 4.8 智能时代的制胜途径

OODA 环具有一定的普适描述作用，经历了科学、历史、哲学的半个世纪的检验，在商业、外交等各个领域得到应用。从某种程度上来说，它



成为我们进一步推导、扩展军事理论的一个逻辑基础。给予 OODA 环新的语义，将“OODA”环理论和“适应性造就复杂性”的复杂适应系统原理相结合进行发展和创新，就可以分析智能时代的制胜途径。

在战争复杂适应系统中，所有的个体都是会思考、能自主决策的主体，主体具有更强的自主性和能动性，内部自然而然包含着 OODA 环，OODA 环作为一个整体，哪个环节如果慢了，它就成为系统的阿喀琉斯之踵，尽管行动的速度上去了，但如果认知速度慢，整体环以快胜慢就不太可能。

战争中的 OODA 环具有周期性，周期性意味着一个环结束时，另一新环的开始。OODA 环中前一段时间的行动，叠加起来，塑造了战场态势；战场态势信息又揭示了己方的作战模式，形成行动的认知效果，如果敌人识破了这种模式，就能预测我方下一步行动；如果敌人无法识破我方的模式，就会陷入处理各种不确定性之中，带来认知速度的降低。

正确的“认知”和采取合适的“行动”，是产生制胜效果的关键。认知对抗将广泛存在，“以活胜僵”的制胜模式，简而言之，就是己方在信息灵通精确的基础上，通过灵活、准确地判断敌方意图，快速适应环境变化，去掌握制胜的先机和主动权；同时切入敌人的 OODA 循环，攻击敌人完成 OODA 的过程，影响敌人 OODA 环的完成质量，让敌人不能正确地“认知”和“行动”。

对于此，OODA 环的提出者博伊德的建议是“表面上像藏宝图一样让人琢磨不透，行动时目标明确”。即在军事行动中，己方提高自身作为一个有机整体的适应能力，更快、更隐蔽、更无规则地进行 OODA 循环，利用行动特性和技术特性创造更不明显、更无规律的节奏和模式，并通过不断主动、迅速变化以适应环境，同时限制、降低敌人这种能力，从而使敌人不能，而我们却能应对发展变化的事件、行动。

具体做法是部队有意识地“示伪藏真”，形成各种事件、行动错综交织的局面，以增加敌人辨别我方行为模式的困难，从而使敌无法捉摸我们的意图。在敌人还没有采取行动之前，调整 and 变化行动，运用火力和机动

反复集中和分散，并通过攻击、佯攻、威胁造成突然性和震慑，反复和出奇不意地插入敌方行动的脆弱点和薄弱之处，不断地制造敌人观察的假象，诱使敌人感觉他们原先的判断是错误的，迫使敌人改变计划。当敌人新的行动还没有展开之前，再次改变我方行动，并且让敌人感觉他们的判断还是错误的，再次迫使敌人改变部署和行动……我方通过插入敌人的精神、心理、物理世界，把各种因素和时间压力结合，在意想不到的时间和地点，向敌人施加持续的压力，削弱其凝聚力，迫使其陷入危机重重、不可预测的漩涡，心里充满不确定、怀疑、不信任、担心、无助、恐惧、恐慌的情绪，出现广泛的混乱、无序。敌人无法应付较高速度的决策，对展现的事件、行动自顾不暇、手足无措，做出过度或者不充分的反应；想法及行动之间产生差异，行动越来越不合理，或者根本无法行动，就在敌人处于认知和行动的最混乱阶段，一举乘机击溃敌人，从而达成理想的“以活胜僵”的制胜效果。

# 5

## 第 5 章

# 智能时代的指挥控制

- 5.1 指挥控制的概念
- 5.2 工业时代指挥控制
- 5.3 信息时代指挥控制
- 5.4 指挥控制面临新问题
- 5.5 复杂适应系统的启示
- 5.6 智能时代指挥控制

## 5.1 指挥控制的概念

研究制胜机理，揭示战争制胜的本质，探寻制胜的一般潜在模式，最终是为描述、分析、预测、决策和控制战争服务。智能时代，制胜的关键因素转向信息和智能，制胜模式突出认知上的“以活胜僵”的模式。理论中达成“以活胜僵”的根本问题，是“如何在快速变化的作战环境中，深刻理解信息，掌握态势，形成意图，并加以控制？”这本质是一个指挥控制问题。我们把目光自然而然转向指挥控制。

指挥控制这个概念可拆分成“指挥”和“控制”。指挥（Command），在朗文词典中的解释是“the control of a group of people or a situation”，意思是“对一群人和境况的控制”。控制（Control），在朗文词典中的解释是“the ability or power to make someone or something do what you want or make something happen in the way you want”。意思是“一种能力，可以使某人、某事按你想的做，或按你想的方式发生”。在军事领域，历史上的“指挥”概念出现得很早，是古老的军事词汇，亦作“指麾”，伴随战争出生而诞生。其同音同义的异体字“麾”，指调兵遣将用的军旗。现在，《军语》中指挥指军队指挥员及其机关，对所属部队的作战和其他军事行动进行的特殊的组织领导活动。控制概念出现于工业时代，由于中西方文化不同，概念有一定差异。外军“控制”多指管理层面，指通过对人或系统行为的规范、调整，以体现宏观的指导和约束。而我军的“控制”更多的是指技术层面的设备控制。常见的一些说法在表 5-1 中列出。

表 5-1 指挥与控制相关说法

指挥相关	控制相关
指挥是文化	控制是科学
指挥是管理，是艺术	控制是程序，是技术
指挥对象是人	控制对象是武器
指挥是对所属部队行动的掌控	控制是对非所属部队行动的制约
指挥是正向的引导	控制是反向的反馈
指挥是完成任务所必需的人的意志的创造性表达	控制是由指挥部做出的获得权力并控制风险的结构与过程
指挥是指挥员应行使的职能，指定指挥者进行指导、命令或强迫	控制不强调独立指挥者，而由多个个体通过规范、限制及保持在一定的程度进行协作

从以上说法，可以看出在讲指挥控制时，常常认为在人的层面谈指挥，在物的层面谈控制；谋略性、艺术性谈指挥，科学性、技术性谈控制。二者有所区别，彼此互补，但没有绝对的界限，没有指挥的控制和没有控制的指挥都是不可想象的，因此人们把两者合起来，称为“指挥控制”。在美军联合出版物 JP1-02 中，指挥控制的定义是：为完成指定的任务，由正式任命的指挥官对隶属和配属的部队行使职权和指导的活动。在我军军语中，指挥控制的定义是：指挥员及指挥机关对部队作战或其他行动进行掌握和制约的活动。

## 5.2 工业时代指挥控制

现有指挥控制大都源自工业时代指挥控制的经验积累。表 5-2 给出了工业时代的指控特征。

表 5-2 工业时代的指控特征

方面	特征
发展理念	预测/计划
	满足具体任务需要
指控过程	奉命行事、按章办事
	控制
	限制部属
	它同步
信息流程	与指挥链相连的垂直关系
	使用一分发的主客关系
	授权交流信息
	储藏信息、信息独有
决策流程	统一周密决策
	规定顺序

1. 发展理念方面

工业时代指挥控制，遵从可预测的理念，预测作战的进程，划分一定阶段时节，然后围绕预想来制定计划。但在复杂性倍增的现代战场，计划不如变化快，既定的设想在与敌人接触之后便不复存在，即使部队正在部署过程中，都有可能需要改变原有的行动安排。

工业时代指挥控制以满足任务为需要，根据任务样式，确定固定的指挥流程，并在作战中遵守。这突出了指挥流程的规范性，但流程规定的这些工作程序，并没有被设计为决策服务。未来作战指挥决策问题难度增加，指挥流程必须以最大限度地确保指挥员及时定下高质量的决心为根本，而非以指挥流程本身的固化为重心。指挥流程僵化，沉囿于既定模式，就难以应对不确定作战环境，难以适应多样化军事任务。同时会因墨守成规和繁文缛节带来指控固定、死板、低效率，在很大程度上影响了作战效能发挥，不能满足节奏越来越快的未来作战的要求。俄军在第一次车臣危机中反应迟钝，屡受挫折就是因为指挥僵化所致。

## 2. 从指挥控制过程上看

工业时代的指挥控制，采取自上而下的集中指挥，公认上级是所属范围内的权威，奉命行事；强调控制和限制部署，集中进行军事行动规划和执行。上级指挥员不仅给下级明确任务，而且规定完成任务的步骤和方法，下级指挥员必须依据上级的意图和规定的任务来规范自己的指挥和作战活动，不得擅自改变。并且在作战过程中，上级指挥员有权干预和修正下级指挥员的决心和行动计划。这导致上级一竿子插到底的习气成风，远在千里之外的将军直接介入战场指挥的例子屡见不鲜，像第二次世界大战时希特勒直接指挥北非战场的坦克作战，他的直接介入导致下级能动性和士气受损，直接对作战产生负面效应。

现代作战在全维空间内进行，陆、海、空、天等多元力量分散部署在没有前后方之分的广阔作战区域内，指挥员想在任何时候都能直接掌握、控制所有参战力量变得异常困难，更无法全面规定下级的任务及完成任务的具体方法和步骤。

## 3. 信息流程方面

工业时代的指挥控制中，信息传递采用层次化结构，传递模式较为固定，信息沿权力轴线垂流动，信息仅限于自下而上的逐级反馈和自上而下的逐级控制，其中，命令信息自上而下逐层向底层下达，底层采集的信息和请示自下而上逐级向中心汇报。

这种信息流程看起来简单，有利于指挥员的宏观控制，但却相当费时和低效。信息流通纵向联系多、横向沟通少，信息传输程序和层次环节多、信息反馈时间长、控制周期长，不能避免滞后现象的发生，造成了信息的实效性差，利用效率低下，故而不能够及时地应对战场局势的变化，从而会限制战斗力的发挥。克劳塞维茨在《战争论》一书中指出：“增加任何传达命令的新层次，都会从两方面削弱命令的效力，一方面是多经过一个

层次，命令的准确性会受到损失；另一方面是传达命令的时间延长，会使命令的效力受到削弱。”

#### 4. 决策方面

工业时代的指挥控制，强调统一周密决策，决策路径特征比较明显，表现出以不变应万变的简单思维，单向思维。指挥员获取充分的情报信息，确定具体的任务目标，再制定详细而苛刻的计划和行动方案，最后按条令规定组织实施。这对高层级的指挥员提出了非常高的能力要求，要求上级拥有极为丰富的经验和对问题的深刻把握，而对于下级指挥员，却是被动接受命令，限制了其才干发挥。

现代战争，再高明的指挥员也只能在宏观上把握战争的进程，而不能直接控制每个作战单元的每个战术行动。战时决策时间缩短、决策信息膨胀、决策内容太多，试图通过周密决策，把总体作战计划分为一系列可以执行的步骤，往往不现实。在时间受限、环境常变情形下，周密决策往往会耽搁战机，造成被动。

### 5.3 信息时代指挥控制

了解历史是为了更好地应对未来。指挥控制随技术的进步、装备的改进而发展变化，作为动态发展的体系，工业时代的指挥控制在进入信息时代后面临着严峻的挑战，它的指挥控制从发展理念、指挥控制、信息流程、决策流程方面已经不适合时代的发展，渐渐丧失了重要性，甚至成为发展的重大障碍。

进入信息时代之后，新的指挥技术手段出现，促进了信息的交流与共享，提高了信息采集的速度和广度；指挥员可以凭借先进的态势感知设备



第一时间掌握战场信息；在畅通的指挥通路上将指挥指令快速传递。工业时代指挥控制所追求的目标，像保持指挥通路通畅、对部队全面的控制等，都不难达成。

智能时代与信息时代的发展与继承的关系，同样也反映在指挥控制上。智能时代的指挥控制，不会脱离信息时代指挥控制的范畴，但又带来了一定的提升，Alberts 认为智能时代的指挥控制，除了阐述“指控做什么和不做什么，能做什么和不能做什么”，还要着重阐明“想法的质量”“成员智能水平对指挥控制的贡献”，等等。

美军国防部研究新条件下的 C2 甚至得到“指挥控制的未来不是指挥与控制”的断言。这句话听起来荒唐，其实不然，前一个指挥控制指一般意义上的指挥控制，后一个指挥控制指传统的指挥控制。传统指挥控制发展到新时代，指挥控制面临“范例转移”。

各国军队纷纷展开对新型指挥控制的研究，美军走在世界军队的前列。以兰德公司为首，开展“信息时代的战争”战略性研究项目，以研究指挥与控制新模型为主。美军 DoD 的 CCRP (Command and Control Research Program) 力图变革其指挥控制体系，勾画和发展新的指控方法途径。我国从 20 世纪 90 年代开始，开展信息时代的指挥控制研究。这些研究产生了一些新的观点，比如“任务式指挥”“敏捷性指挥”“分布式指挥”“并行指挥”“自适应指挥”等。

### 1. 任务式指挥

2003 年美国陆军颁布的 FM6-0《任务式指挥：陆军部队的指挥与控制》中明确地提出了任务式指挥的概念和通用理论框架。美陆军训练与条令司令部分别在 2009 年 12 月发布的《美陆军“拱顶石”概念》(The Army Capstone Concept)、2010 年 8 月发布的《美陆军作战概念》(The Army Operating Concept) 中，从满足未来作战需求的角度，重新强调了“任务式指挥”的地位。参联会于 2012 年 4 月发布的《任务式指挥白皮书》把

任务式指挥作为陆军指挥的主要方法，相关构架视为支撑作战的核心概念，并在陆军作战顶层构想中将其列为战斗力的六大要素之一。

任务式指挥是授权所属部队自行进行作战的指挥方式，该观点认为，高级别的指挥机构无法在确保时效性的前提下直接实施精准指挥，因此需要在上级意图范围内发挥底层的主动性来追求指挥的效率。任务指挥中，高层指挥官使用任务命令进行指导，授权低层指挥官，调动和集成所有军事职能和行动共同完成任务。

## 2. 分布式指挥

分布式指挥指依托指挥信息系统，在高度信息化的战场上，通过网络将作战体系内分散配置的各作战指挥单元和指挥要素联结形成一个有机整体。在分布式指挥中，指挥实体通过无缝链接的信息系统实时感知作战意图和战场信息，异地同步地实施指挥。

在任务式指挥中，整体作战意图不是靠整体的调度达到，更多的是靠“各级作战单元自主能动地面对各自的环境，在横向和纵向上实施分布式联合决策，并自主协调控制各自的作战行动”达成的。它有三个特征：时间上同步实施、空间上广域实施、层级上实时互动。

## 3. 自适应指挥

自适应指挥控制，是在明确作战的整体意图和限制条件下，所属作战力量、局部作战单元发现并确定攻击目标后，依据一定的作战条令、作战规则，自主决定用什么力量，以什么方式去遂行攻击任务，通过一定程度的“自适应”交战，把各个分散着的指挥对象、作战单元的行动效果引向满足总体作战意图上，确保作战效能得到充分发挥。

相对传统指挥而言，它的特点是“实时感知上级意图和战场信息”“作战力量的自主作战”“共同遵守的作战规则”。

#### 4. 敏捷性指挥

阿尔伯特研究网络中心行动（Network Centric Operation, NCO）提出采用“敏捷性”的作战概念以应对复杂性上下文。美国于 2015 年 9 月发布的《空军未来作战概念》文件经过更多的深思熟虑，认为：敏捷性是未来作战的核心概念，它反映的是整个作战指挥控制表现出来的一种健壮和灵活的能力，以应对某个挑战快速产生、筛选多种解决方案，并快速执行。能力表现在六方面：响应性、多样性、灵活性、弹性、适应性和创新性。

响应性（Responsiveness）：要求对潜在敌人或有关环境变化的响应速度快。

多样性（Versatility）：要求在面对全面作战多样性时能转换多种应对措施，无须主动干预。

灵活性（Flexibility）：要求在各种条件下都能有效运行，不像赖于单一的作战方案和作战样式。

弹性（Resilience）：要求作战期间能提供持续指控的能力，能够适当地降级运行，遭到破坏后能够重构。

适应性（Adaptability）：要求具有快速掌握新环境并作出相应行动的能力，能依据情况相应地变更指控的方法、组织、过程。

创新性（Innovativeness）：要求具有学习和解决问题的能力。

这些观点重新认识了指挥与控制，立足克服传统指挥控制存在的不足，从不同角度给出了对于信息时代指挥控制的思路。我们提出方案时就吸纳了诸多新型指挥控制的观点，纳入了一些概念，像 1993 年美国陆军颁布的 FM100-5《作战纲要》中的“自律主动性”“指挥意图”“倡导分权”，2011 年，美陆军条令出版物 ADP-6.0 中的“任务式指挥”中“任务命令”“指导”“纪律意识”“主动性”“适应力”“基于分散行动的主动放权”等。

表 5-3 是工业时代和信息时代指挥控制的对比。

表 5-3 工业时代与信息时代的对比

	工业时代	信息时代
发展理念	预测/计划	准备/适应
	满足具体任务需要	发展自身敏捷性
指控过程	奉命行事、按章办事	理智办事、相互协作
	控制	协同
	限制部属	激励部属
	它同步	自同步
信息流程	与指挥链相连的垂直关系	独立于指挥链的水平关系
	使用一分发的主客关系	主动发布—按需接受的对等关系
	授权交流信息	平等交流信息
	储藏信息、信息独有	信息共享
决策流程	统一周密决策	群决策、自主决策
	规定顺序	动态协调

1. 发展理念方面

信息时代从预测/计划、满足任务的具体需要，转向了准备与适应未来战争多样化任务的需要。信息时代的指挥控制，以发展自身敏捷性为目的，而不是以针对固定任务的优化为目的。它以能力为基础，建立用于不同目的和情况的能力，再在动态中根据任务找到适应战场的最优能力组合，以此应对、处理未来的不确定性，解决了宏观上未来难预测、难准备的困难。这对部队提出了考验，未来部队应考虑到广泛的军事挑战，不能局限于特定的对手和固定的情景设计。

2. 指挥控制方面

信息时代从集中式指挥走向分布式指挥，指挥员的角色和职责做了适当的调整，不再坚持统一指挥链，不再提前明确所有的任务交由下级指挥员，上级只给下级明确任务和时限，下达原则性指示，提供完成任务所需的兵力，不规定完成任务的具体方法步骤，下级指挥员可以根据上级意图和战场实际情况，独立自主地指挥部队完成任务。这种方式注重激励部属

和下级作用的发挥，针对使命任务，理智办事，相互协作，实现资源的汇合和聚焦，并以协同和自治的形式联合作战，这给下级指挥员更广阔的执行空间，也有利于发挥它们的主观能动性。

### 3. 信息流程方面

信息时代，网络提供了方便的信息流转，信息流从指挥链中解脱出来。信息传递扁平化，减少了对交互模式的约束，对不同参与者能够克服遥远距离的分隔，更快、更好地进行沟通、交流。部队依赖信息对任务执行的微观控制增强，信息可以分散到战术层次的成员，成员关系平等，信息交流也平等，大家发布信息需求、互相提供信息、广泛共享信息、按需获取信息。

### 4. 决策流程方面

在信息时代，决策以任务为中心，表现出复杂思维、分散思维，决策路径特征相对不明显，选择特征明显。一般情况下，提倡下级指挥员自主决策，在单个决策者很难应对的复杂情况下，组织群决策，以缩短决策时间，提高决策质量。自主决策和群决策，给了下级指挥员更宽广阔的执行空间，也有利于发挥他们的主观能动性，能够以前所未有的速度和准确度修改作战计划，在战况变化极快的情形下，能快速、有效地实施决策，迅速地采取措施。

## 5.4 指挥控制面临新问题

面对信息时代的更高阶段——智能时代，指挥与控制面临着革命性变革。我们必须重新认识指挥与控制这一古老而崭新的领域。只有重新认识

“指挥与控制”，才能理解、塑造新型指挥控制。

对于未来战争形态，著名学者凯文凯利描述道，传统形态代表了原子式的简单性质，而网络则引导了复杂性的散乱力量。复杂性增加，社会失控失序，人类受突发舆情、恐怖攻击、黑客攻击、毒品传播这些非传统的威胁越来越多，而常规力量弱势的一方也会主动寻求运用更多的非常规手段，打一场“非对称作战”。战争动因复杂、突发性强、涉及面广，不同域内的“明战”“暗战”以多样化混合形态表现。军队处于更多样更混沌的动态环境之中。

为了理清变革的实质和变化的走向，认识未来指挥控制要解决什么问题是第一步。借助 OODA 指挥控制环可以发现指挥控制面临的新问题有四大方面：

### 1. 敌人在哪里

2012 年 11 月 14 日，以色列与哈马斯冲突升级，就在双方展开导弹攻击的同时，在赛柏空间 Twitter 和 facebook 上的舆论暗战也同时开始，以色列的官方网站开战后一天内就收到 4400 多万次的袭击，其激烈和复杂程度远超过传统的军事战斗。可以想象，在平息地方动乱、打击游击战和反恐行动中，战场漫无边际，对手变化莫测，态势瞬息万变，敌人将变得更加狡猾、残忍、冒险、投机，其战术思维、作战方式、作战行动不循常规，他们有时化装成平民的模样，有时又披着追求和平的外衣，偶尔却会露出獠牙，狠狠地咬人一口。

战场上，敌人化整为零，却又无处不在；打击无形，却能伤筋动骨，以往的种种优势，面对“敌人在哪里？”的困境也是无从发挥。对于这些极少宣战，或者基本没有固定设施的能够被威胁或破坏的对手，传统军事力量打击它们时感到困惑，“如果打击弱者，杀了对手，就成了强盗；如果让对手杀了，就成了白痴”。为了降低人员伤亡，智能时代可能采用无人机去进行打击，但一旦打错目标，伤及无辜，还会引起战争伦理问题，

这真是两难问题。因此问题不再是消灭敌人，而是找到潜在的，采取非对称手段作战的敌人。

## 2. 如何做判断

未来战场上的情况多变，决定作战进程与结局的不确定因素增多，战机随着情况的变化而随机出现，稍纵即逝。在此复杂情况下做判断，正如美驻欧洲司令官弗雷德里克·本·霍奇斯所言：“目的在于设立模棱两可，给那些对此不愿意相信的人们一个借口，或还在于制造足够多的不确定因素以便让各种回应显得缓慢、落后、犹豫不决”。如一板一眼，按部就班，往往对当前情况还没来得及做反应，新的情况又摆在面前。丹麦哲学家布利丹讲过一则寓言：有头小驴，在干枯的草原上，好不容易找到两堆草，由于不知道发现的哪一堆好，结果在无休止的选择和徘徊中饿死了。所以问题不再是能力不足导致的没有选择，而是在诸多选择来临之时，如何做出正确的判断，发挥好能力。

## 3. 如何做决策

决策跟体制、组织、文化密切关联，不管是农业时代的官僚体制还是工业时代的等级制度，组织机构职能固化，资源固定，机构缺乏互通性和灵活性，办事效率取决于高层个人或少数人的决策能力及分配任务指导下属完成任务的能力。而在信息时代来临之后，多样化任务的需求打乱和削弱了工业时代的基本假设和做法，网络提供了交互的手段，部队通过网络密切联系起来，并且能像人们所期待的那样，随心所欲地相互交流和协调，传统决策基于固化的流程，不能承受通信、技术或者资源的快速变化，决策显得迟缓并且不合时宜。所以问题不再是如何用精密的流程来规范决策，而是如何用灵活的结构来追求卓越的协调性、智能和速度。

4. 如何转化为行动

将决策转化为行动，工业时代采用分解化、专门化、等级化的原则和方法，注重问题分解、消除冲突、全局优化，通常会建立详细的预案和行动计划来支配行动。但分解、优化的前提是建立在处理确定性的问题，同时问题本身也有确定性的解。在未来作战中，战争系统是个高度复杂的系统，存在很多的“混沌”和“意外”，指挥员所遇到的指挥问题大都是不确定性问题，需要处理大量的突发行动风险，精确控制可遇而不可求。加之集群使用的大量无人设备，全面地设计行动计划，针对每一实体加以优化，也将异常困难。所以问题已经不是需要行动控制如钟表般精确，部队的行动按设定好的秩序，而是如何让看起来杂乱无章的局部作战行动，在统一的秩序下进行。

对问题进行提炼、整理和分类，识别有价值问题，给出需要关注的问题列表（见图 5-1），这些问题涉及技术、战术、工程，也涉及管理，有一些涉及指挥控制与其他领域的交叉融合，解决这些问题需要一个庞大的框架和技术群的支撑，也是一个长期、困难的过程。为了有所聚焦，我们重点不在技术本身，而是放在未来指控的机制上，放在技术如何服务于机制的相关理论指导上。

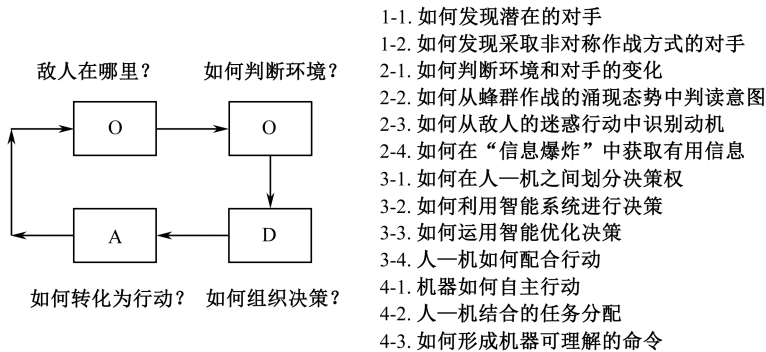


图 5-1 问题体系



## 5.5 复杂适应系统的启示

未来战争，指控环境的不确定性、任务使命的复杂性、所链接武器平台功能的多样性、作战单元位置上的松散性导致指挥控制面临前所未有的挑战，传统指控回避复杂性，在面对不断变化的环境时调整能力弱，难以适应环境中的不确定性，其重要性下降。

Leonhard 认为必须重新从复杂系统和复杂性科学的角度出发，深入了解指控及其全新的运作环境，将当前阶段的本质问题归纳为如何应付复杂系统所面临的复杂性。对于指挥控制变革而言，关键是如何应对斑驳而复杂的环境及多样化任务的挑战，让指挥控制变得快速果断和精确响应。

复杂适应系统理论的“适应性”概念对指挥控制提供了很好的启示。从复杂适应系统角度，适应性是系统生存发展的关键。作为迎接不确定性、多样性和复杂性挑战的关键能力，系统自身的适应能力往往比外界的干预更有效、更灵活。拥有这种能力，就能够给自己创造更多的机会，预防可能发生的变化，进而做出针对性的响应，对周围环境和情况施加影响，并将效能、效率和风险等控制在可接受的范围之内。

适应性的追求贯穿复杂系统的各个层面，军事复杂系统对适应性的追求成为一个热门话题。美军 2006 年在《国防防务报告》中基于战争复杂程度的提高而提出“适应性计划”来推进军事转型，认为作战系统应具备一种适应战争整体变化的能力。美国国会议员，美国国防研究会副主席麦克桑伯利认为，战场上各个层次处于激烈、频繁的互动之中，实体要具备适应新的环境特征的适应性能。适应性能使得作战实体能够对战场环境的变化做出反应，进行有目的的适应性智能活动，在执行命令的前提下追求自身利益的最大化。

为达成适应性，系统要在两个层面上与环境匹配和对接：第一，系统内子单元的结构特征必须与特定环境相适应，第二，系统的分化和整合模式必须与其所在环境相适应。复杂适应系统用“积木”来隐喻说明，第一个适应，以种类合理、功能各异的模块化“积木”形式存在，其对抗环境的抗扰力和应变能力增强，而不会相互制约、干扰，影响整体功能发挥。第二个适应是积木能够有大量的组合方式。通过对相互独立、相互补充的“积木”协调运作，以搭成多种形状以适应不同环境。与之对应，在军事领域，产生两项重要的技术“作战单元建设”（Team building）和“敏捷性指挥控制”（Agile Organization）。

### 1. 作战单元建设

作战单元具有模块化性质。“模块化”最早由赫尔伯特西蒙提出，强调以业务模块和规则来主导，重组内部结构模块，并通过标准化接口进行沟通。美军探索了作战单元建设问题，将模块化概念移植到军事领域，于1995年提出“模块化思想”，出版了《模块化概念》一书，以此为标志，美陆军初步完成模块化的概念研发工作。模块作为一个相对独立的子系统能完成一定的功能，以积木的方式存在于作战体系之中。单元模块作为后信息时代作战的“入场券”，它的新鲜之处，在于跳出了编制大与小，人多与少的窠臼。在传统部队，根据任务，缺什么补什么，并没有某一特定的要求。在作战中，可能过大过于臃肿，又可能对特定任务无能为力。模块建立起来以后，每个模块均具备完善的指挥控制、机动、感知、防护、打击和保障等能力，独立性比较强，内部建立了直接稳定的信息联系，能够保证协调的顺畅和作战时的效率。意味着武装部队有能力更迅速地跨越更短的距离，在更广阔的地域内对事态施加影响，并在规定的时间内完成更多的任务，作战强度将提高，部队的集结将成为过去，小部队的地位将提高。

这种理念下各国军队着力建立小型化、专业化、模块化的部队。美国

陆军设计的未来部队，以标准化的旅为基础编制，包括模块化的旅战斗队、模块化的支援旅和模块化的指控结构。俄军阿尔法特种部队要求每个小组同时拥有狙击、爆破、登山、潜水、情报分析和谈判等专业能力，能深入敌环境执行多元任务；我军新军事变革中提出的“模块化编组”，构建多元能力、多元功能的战斗力量，战斗力量内部“小联合”思想，可以看成是模块化的本土化写照。

## 2. 敏捷性指控

敏捷性指控的目标是组装、调遣“积木”，形成灵活的作战结构。所谓“模块化构建，积木式调遣”，指模块化部队具有可拆可合的内在能力，将不同功能模块以积木式方式组合，就可以不时地转换组分方式，不时地改变组合对象，这将导致系统结构变化的序列不一样。其“积木式”近乎无穷多种的方式组合，强化了部队的战场适应能力。适应能力不在于构建积木的多少和大小，而在于积木的组合方式和控制路径。通过积木式组合最终实现作战力量结构上的“可拼装”“可裁剪”“可变换”。

敏捷性指控运用这种思想，根据作战任务、作战规模、任务性质的不同，抽调、组合和链接各类模块单元，整合作战资源和系统功能来完成作战任务。完成任务时，既可以依托军种建制，按专业性质、作战空间，快速动态重构，也可以打破建制，打破专业性质，跨空间重构，这是两种不同的适应过程。

适应性作为敏捷性的一部分，用以说明指控系统或指挥实体的性质。其“适应性”内涵与开放复杂适应系统中的“适应性”比较一致。复杂适应系统的“适应决定演化”原理说明，胜利来自适应与反适应，能灵活适应快速变化的外部环境者胜。未来智能化战争进程加快，复杂性加剧，应对复杂性造就的复杂局面，如果针对环境不断变化，不具备改变和调整的适应性能力，又如何应对一个不确定和无法预知的环境呢？

复杂适应系统启示我们，敏捷、适应日益成为新型指挥控制的需要。

对应于“敏捷性指挥控制”的是“适应性指控组织”。“敏捷性指挥控制”的组织结构就是“适应性指控组织”。而“适应性指控组织”所实施的指挥控制，就是“敏捷性指挥控制”。适应性指控组织是为敏捷性指挥控制而生的，敏捷性指挥控制中，组织能依据情况相应地变更指控的方法及过程，组织适应性的增强是指控组织发展的内在机理和关键因素。

5.6 智能时代指挥控制

图 5-2 是指挥控制活动发生的位置。指挥控制横跨物理域、信息域、认知域、社会域，体现了多域的融合。美军 2015 年 9 月发布的《空军未来作战概念》文件用“多域指挥与控制”的概念替代了“指挥与控制”的概念。

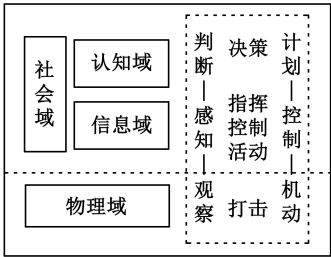


图 5-2 指挥控制活动发生的位置与作用

物理域是陆、海、空、天多个维度上进行的机动、交战和保障等行动所发生的空间领域。

信息域是产生、操纵、处理和共享信息的领域。

认知域是感知、理解、决策、信念及价值观存在的领域。

社会域是产生社会认知活动的领域，是个体与群体的交换信息、相互理解和做出协同决策过程中的思维认识域，贯穿于信息域与认知域之中。

从机械化战争发展到信息化战争再到智能化战争，指挥控制的发力领域，从物理域过渡到信息域，再到社会域和认知域。信息化战争中指挥控制活动主要在信息域，随着网络带来互操作能力的提升，获得信息已经不再是难事，关键是对信息的理解，以及将信息转化为战场知识的能力。智能时代，指挥控制活动转向偏重认知域和社会域的认知活动，认知域的认知活动是存在于人头脑中的个体活动；而社会域的认知活动是从团体出发进行的认知活动。

从前面的分析，我们知道智能是信息的高级形式，智能时代是信息时代的高级阶段，要想在信息时代做到“以快胜慢”，智能时代做到“以活胜僵”，主要从指挥控制下手。为应对高度复杂的战场环境和高度变化的战场态势，具有“适应性”能力的新型指挥控制能从社会域认知域发力，在作战的“模式”“频道”之间快速、频繁地切换，通过认知活动有效地激活和驱动力量单元和要素参与作战行动，产生信息流，并主导物质流，控制能量流，使对抗点附近的物质、能量得以精确集聚和释放。运动的方向性更加明确，军队做出快速、正确的响应，在恰当的时机选择恰当的组织结构，以及在恰当的时机进行恰当的关系调整，运用最恰当的力量、最恰当的手段来打击最危险的目标，最终让有限的军事作战资源处处得以体现，如图 5-3 所示，就能达成认知节奏上的“以活胜僵”和行动速度上的“以快胜慢”。

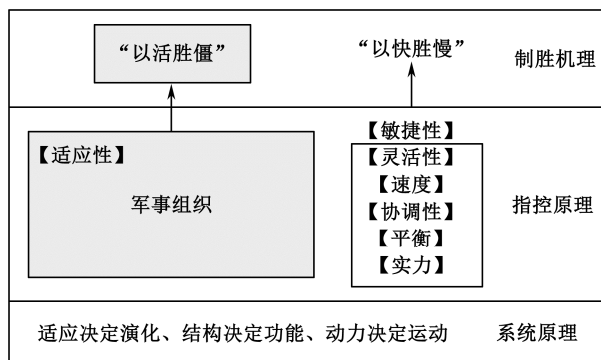


图 5-3 解释框架

新的制胜机理牵引了我们对新型指挥控制的需求。指挥控制只有符合战争形态要求，反映战争机理的内涵，才能够保证战争系统在作战中沿着健康的模式发展，获得最高的作战效率。

新型指挥控制理论和方法的研究还处于思想涌现阶段和初步探讨阶段，缺乏清晰的认识和深入的考虑。我们要以新的技术、新的社会形态、新的使命与任务为出发点，建立新的指挥控制理论、方法与体系，加强指挥控制的设计，提供能与技术和手段相结合的可行理论途径，以及能将理念和理论落实的具体技术措施。

指挥控制涉及的方方面面太多，对指挥控制的探索，是一个复杂的系统工程，既有关物的问题，又有关人的问题，既包含工程问题，又包含社会问题，想毕其功于一役不现实，笔者关注涉及活体“人”或“智能体”的部分，突出个体和团体组织的“适应性”，作为“敏捷性”最重要的一环，这一点将对作战控制和作战行动起到关键作用，有可能成为智能化指挥控制理论和工程实践的抓手。

# 6

---

## 第 6 章

---

# 智能时代的指挥控制组织

---

- 6.1 组织研究的视角与方面
  - 6.2 工业时代的指控组织
  - 6.3 信息时代的指控组织
  - 6.4 指控组织的发展
  - 6.5 智能时代指控组织设计
  - 6.6 共同体的理念
  - 6.7 任务共同体组织特征
-

## 6.1 组织研究的视角与方面

指挥控制是处在战场环境中的作战资源实体在作战使命驱动下形成的整体有序行为(即行动过程或任务流程)和与之协调的指控结构关系(即指控组织)。指挥控制对作战进程和结局的影响不是通过直接摧毁作战目标实现的,而是通过对部队的有效控制和支配来实现的。战争不再局限于单个武器平台和成员个体之间的对抗,而更多的是在组织成员有效协作、协同下的体系对抗。因此,研究指挥控制,不能脱离指控组织。

作为直接与作战有关系的一种军事组织,优良的指控组织是提高体系作战能力的重要保证,其机制是保证指控质量和效率的关键。指控组织研究是管理科学理论和指挥控制理论的交叉点,是指挥控制领域的研究热点和潜力方向。

组织是自然和社会系统在快速的发展与演化过程中诞生形成的特有形式,国内外很多学者展开了对组织的研究,产生了包括社会心理、结构和生态层面等关于组织的不同视角和观点(表 6-1)。

上述观点反映了组织的不同层面,为我们全面分析组织、认识组织提供了视角。具体研究组织时,可从组织系统、组织环境、组织目标、组织边界、组织结构等要素着眼,研究其内部的结构、层次、运行规律与组织机制。



表 6-1 关于组织研究的不同层面及其观点

层面	观点
社会心理层面	组织是一种由个体行为及个体之间的关系形成的集体。组织的参与者虽然追求多重利益，但参与者共同认识到组织是一种重要资源，因而希望保持其永续长存
结构层面	组织是意在寻求特定目标而形成的具有代表性、高度正式化的社会结构，并结构看作描述世界的基础。社会结构是具有不同程度稳定性、法则式结构的复杂实体
生态层面	组织是一种自然系统。动机、士气、领导、种族、阶级、文化等社会和文化因素，影响组织产生、成长和消亡，制约组织技术和结构关系，并形成了组织特征
系统层面	组织是一种管理和功能的结合，是描述真实世界实体的一组聚合物，是“体系内部组成要素之间的相对稳定的联系方式、组织秩序及其时空关系的内在表现形式的综合”

1. 组织系统

要了解整个组织，就必须将其视为一个系统。系统是组织存在的基本形式，组织在对外体现其功能时所表现的能力指标称为系统的性能。它是一系列相互作用的因素，需要从环境中得到输入，将其转变，然后向外部环境产生输出。

2. 组织环境

任何组织都在一定环境中生存、发展、运动、变化，并与环境相互作用。组织依赖于环境，环境决定、支撑和渗透着组织。如果将组织从环境中抽离，组织就失去了生存的条件。生态学角度的组织环境可用来研究组织中关系的“出生”与“死亡”规律。

3. 组织目标

组织接受什么样的行动，需满足一整套要求或者约束，这里的要求及组合就是目标。任何一个组织都是为了了一定的目标而组织起来的，目标是组织存在和发展的内在依据。

美国管理学家、诺贝尔经济学奖获得者西蒙主张区分个人目标和组织目标。个人的目标可以称为动机，制约个人参加或退出组织。组织目标则是其成员所接受的目标。个人作为组织成员，无论个人目标有什么不同，但一定有一个共同的组织目标。组织目标是组织的宗旨和纲领，对一个组织有巨大的影响力，为组织的前进指明了方向，为组织的活动确定了发展路线。组织的总目标通常称为“使命”，使命描述组织的远见、共享的价值观、信仰及存在的原因。组织还存在许多类型的子目标，子目标是具体行动的要求，每个目标都执行着不同的职能。

格兰朵瑞认为，“组织目标与理论模型之间存在密切的联系，各种理论模型的差异在于它们对目标影响行为的看法及组织行动理性程度的认识”。

#### 4. 组织边界

组织为了完成目标，需要实体的参与，然而什么实体参与、多少实体参与、实体与组织之间是什么样的关系，需要通过确定组织的边界达成。这对于不同的时代和不同的组织而言，有不同的答案。社会学家、文化批判主义的代表人物米尔斯在《社会学想象力》中说到“如果社会如同一块块连在一起的被大型组织分割的殖民地——当然，偶尔会有边界的改变，也会存在一些有争议的区域——那么，组织理论就应该提供个人如何在这片土地上生活的解释”。社会学家、社会交换论的代表人物霍曼斯认为互动网络中一定存在“某些薄弱位置”作为系统的边界。如果边界确定不妥，可能导致资源重复和行为责任的错误划分。

#### 5. 组织结构

组织结构是指组织的全体成员为实现组织目标，进行分工协作，在任务范围、责任、权利方面，由组织中纵向的等级关系及其沟通关系，横向

的分工协作关系及其沟通关系而形成的一种无形的、相对稳定的架构。组织结构描述对于工作任务如何进行分工、分组和协调合作。组织基本功能跟建设质量与结构紧密相关。管理学大师，经理角色学派的主要代表人物亨利·明茨伯格认为，“任何有组织的人类活动——从制造陶罐到把人送上月球，都有两项互相对立的基本要求，将劳动分解成各种可执行的任务和协调这些任务完成预定的活动，组织结构就是所有将劳动分解成不同任务和协调这些被分解任务的途径之和”。组织结构要随环境做相应调整，以实现组织目的。但考虑到传统的力量、交织的利益，以及支持组织的外部意识形态的作用，组织结构一旦形成就不容易改变。

为了达成组织目标，组织秩序与组织结构几乎同时产生，是同一事物的两种表现形式。结构是组织有形部分的有序性表现，而秩序则是组织中无形部分的有序性表现，结构是秩序的基础，而秩序的建立使组织在配置资源时更加便捷和有效。

## 6. 组织实体

组织实体是组织中实有存在的主体。组织是在一定的时空背景中产生的，受实体间互动关系制约。一旦有了组织，实体自由转化为组织自由。莫贝将实体论分为“自主实体论”和“互动实体论”。当前从强调实体自身的“自主实体论”转向强调互动关系的“互动实体论”。互动实体论中，组织是通过相互作用创造丰富结果的“属性常变的固定实体”。

## 7. 组织心理

心理活动是组织外显行为的内在机制，外显行为又是心理活动的外部显现。组织心理，就是研究个体、群体与组织间的关系，包括研究群体中人们如何解释自己和他人的行为？这种解释如何影响人们的情绪、动机和行为？如何处理心理冲突和人与人之间关系？什么样的社会心理环境，有

利于激发个体动机，达到组织目标？代表理论有社会心理学家费里茨·海德的 P-O-X 模型，社会心理学家费斯丁格的认知不协调理论、冲突理论和归因理论。

## 8. 组织行为

组织行为，是指组织的个体和群体或组织本身，对内源性或外源性的刺激所做出的反应。组织表现出各种行为，组织行为是一种很重要的组织现象，很多时候组织现象要通过行为这种外在表现来认识。大多数观点比较认同组织行为来源于组织的微观结构，并随着微观结构的变化而演化。

## 9. 组织形态

“形态在组织的生态学中就像生物生态学的物种一样，形态包含了组织间生态相似的核心属性……”。形态被看作具有规则作用性质的可辨别模式，它通过事件和事件的关系来体现。社会心理学家和组织管理学学者卡尔·维克说“组织这个词，作为名词是个难解之谜，没有谁能找到组织这个事物，你只能发现水泥围墙内发生的先后有序且相互关联的事件、这些事件经过的途径和发生的时刻”。形态还可以看作一种外部施加的身份。不同的组织反映出不同的组织形态。

# 6.2 工业时代的指控组织

工业时代通过构建组织以保持指挥通路的畅通、指挥指令快速传递、对部队全面的控制等，其组织的特征是组织边界清晰，组织等级严密，结构相当清晰（表 6-2）。

表 6-2 工业时代指控组织

研究方面	研究观点
组织系统	静态系统
组织环境	稳定、同质
组织目标	领导者设计与决定均衡、计划的目标
组织边界	比较清晰
组织结构	层次，等级
组织实体	下级多为“受控实体”
组织心理	服从
组织行为	群体遵从可预测的发展
组织形态	等级组织

1. 组织系统

传统指控组织的观点，倾向于把组织看作一个静态系统，认为其保持固定的状态，不发生改变；也倾向于把组织当作封闭系统，认为其自治封闭，不依赖环境。

2. 组织环境

追溯传统指控组织诞生的机械化战争时代，机械化战争是以单一兵种为主的作战，其组织环境相对稳定、同质。

3. 组织目标

传统指控组织组织的目标由少数领导者设计与决定，追求的是确定性条件下，能够在效益与风险之间平衡，并通过上级主导下有监督地调整目标，使组织持续发展，常保优势。

4. 组织边界

传统指控组织的边界确定，可以通过实体成员身份来判定，也可以从关系和活动来界定，组织内部联系紧密、清晰，规模、职责明确，从而使

得组织之间壁垒森严，等级秩序分明。

## 5. 组织结构

传统组织结构多采用以各级指挥机构为节点的等级制指挥控制树状结构，是条块分割、集中统一的层次结构，具有相对稳定的组织方式。这种结构虽然有效贯彻了顶层的意志，方便了中心统一的指挥和领导，但横向的彼此阻隔，不利于底层实体能动性的发挥，限制了实体间的有效协作。

## 6. 组织实体

传统分层的指控组织有严格的上下级关系，以高级指挥实体为中心，权力高度集中，高级指挥实体越接近“绝对自由”，而下层实体都受到一个上级的监督，是在层层控制下的“不自由”，接近“完全受控”。

## 7. 组织心理

传统指控组织，推崇整齐划一，但上级指挥员过于独裁，就不利于激发个体动机，达到组织目标。

## 8. 组织行为

传统指控组织，关注所有成员作为一个整体活动时的宏观组织行为。组织遵循一个规定的有顺序的过程，包括组织确定决策目标、拟制初始方案、评估优选、做出决策等行动表现。

## 9. 组织形态

传统指挥控制组织的组织形态多为等级组织。

## 6.3 信息时代的指控组织

进入信息化时代后,传统战争越来越少。多数战争不再是势均力敌的两国军队在开阔的战场上交战,而是反暴动、反恐怖、维和、维稳和保障行动结合的混合战争形态。战争的主体不再是单纯的国家、武装部队主体,而正在向非国家行为主体扩散,主体包括各种恐怖组织、宗教极端势力组织、部落武装组织、国际贩毒走私集团、政府部门等。战争威胁和使命任务的多样性,使得战争的成败必须更加聚焦于军与民、政府与社会、文化与统治、经济与意识的整合。战争的目的,从传统以粉碎对手为目的的军事行动,转向联合民用的复杂军事行动。

组织的情境发生嬗变,传统组织的弱点暴露无疑。复杂性科学发起地圣塔菲研究所的科学家法默指出:“用中央集权的办法来控制社会不会有好结果……另一方面无政府主义也不是行之有效的社会体制……必须保持秩序与混沌之间的平衡……”。

现代组织的新模式悄然出现,斯坦利·戴维斯认为,未来的组织结构将是“由网络包含的等级层次组织”。现代管理学之父彼德·德鲁克在《哈佛商业评论》上发表的《新组织的到来》一文认为,信息社会中网状组织形式正在出现,并指出开放性的网络组织日益成为“实质性”。网络组织像“一个编结技术不甚高明的渔网,有许多大小不同的结节和网眼,彼此之间直接或间接相连”。德国著名社会学家乌尔里希·贝克将网络组织定义为“一种跨越正式边界的整合的社会网络”。信息技术领域“诺兰阶段理论”创始人理查德·诺兰认为,21 世纪的组织结构将不得不采用网络形式。网络化组织是现代组织中信息技术革命和组织变革的产物,它被誉为 21 世纪最有效率的组织形式。网络化组织也包括虚拟组织、灵性组

织、造链接组织等表现形式。

指挥组织变革成为信息化时代军事变革的关键，是军队转型建设的核心目标。美海军发表了《应对非正规挑战的构想》《信息优势构想》，明确了在关键任务领域采取新方法。美陆军提出 FM30《作战纲要》《陆军顶层概念》《陆军作战概念》等文件，其变革的目标是建立多能、灵活和网络化的组织。《网络中心战》一书借鉴现代组织理论对网络化作战组织进行研究，认为权力将由集权走向分散，并描述了如何塑造新的军事作战组织。塞布罗斯基分析了从单一指挥向分布式指挥“边缘化”的转变中，指挥控制的互操作性和灵活性得以充分展现。阿尔伯特和海耶斯阐述了今后指控组织的变革和发展趋势，指出边缘化是军事高科技驱动下新军事变革的必然产物，提出了“强化边缘”来为执行任务的前沿部队提供更多的手段和机会。

归纳信息时代指控组织的特点见表 6-3。

表 6-3 信息时代指控组织

研究方面	研究观点
组织系统	动态系统
组织环境	环境非优
组织目标	不确定性、涌现的目标
组织边界	比较模糊
组织结构	网络化、扁平化
组织实体	下级多为“授权实体”
组织心理	保持个性
组织行为	个体到整体的涌现
组织形态	网络组织

1. 组织系统

信息时代指控组织认为组织是一种不断变化的开放系统，且与敌方组织存在竞争，失败者将会被淘汰和消灭。组织的各个个体之间存在着各种线性和非线性作用，这些作用将各个个体连接成一个有机整体，使组织具



有任何一个个体所不具有的性质和功能，就像莱维特认为的那样，“复杂的组织更像当今的武器系统而不是旧时的防御工事，更像一部移动电话而不是一座静止的雕塑，更像一台计算机而不是一个计算器”。简言之，组织是一个同外界的人员、资源和信息存在交流的开放系统。组织每时每刻都在发生变化，处于组织之外的事物，当它们与网络任务无关时，将会被组织所忽视；而当它们在目标和表现上与组织进行竞争时，将会被组织所淘汰和消灭。组织开放、不稳定，难以预测，具有典型的开放复杂系统的性质。

## 2. 组织环境

在信息时代，战争的复杂性和不确定性决定了组织环境信息是动态变化的，意外情况在所难免，其组织环境不仅算不上好，甚至是恶劣。僵化的层级化组织尽管受稳定、同质的环境欢迎，但难以抵御环境的复杂性，其环境适应性差，在环境中会逐渐退化。

指控组织在环境发生变化的情况下，组织中不适应环境的组织关系就会衰亡，新的组织关系就会产生，边缘组织更需要环境协调，与环境形成互利共生的关系。

## 3. 组织目标

在信息时代，由于作战的使命、任务不同，指控组织的目标也会随着作战使命任务的变化而变化。指控组织关注的是不确定性条件下，可能涌现出来的目标。围绕指控目标，设计组织结构，组织已有资源，并指导组织成员的活动，并逐步趋优。

## 4. 组织边界

信息时代指控组织更灵活、更积极、更主动，有形边界的空间和时间标志已无法约束组织活动。其组织的边界存在于参与者的头脑中，边界没

有消失，但不是固定不变的，难以判别，需要重新认识。

## 5. 组织结构

随着信息技术和互联网的蓬勃兴起，打乱和削弱了传统以等级制度为核心的组织结构。六度分割理论证明即使大如整个世界，六次信息的传递足够到达任何底端。充分地利用分布网络带来的信息流转便利，合并不需要的层次，精简指挥流程，减少繁文缛节，才是提高组织效率的根本。经济学家，新制度学派的主要代表人物加尔布雷斯指出现代组织的特征——从组织结构层次来看，权力高度集中的树形结构向权力高度分散更加扁平的结构转变。使用更少的命令和控制层级的扁平化、网络化的系统体系，是一种相对灵活和随时保持动态选择的组织结构，具有快速反应的优势。

## 6. 组织实体

在信息时代，组织拓展了空间和时间范围，通过分散和重新分配权力，重新划定岗位和职责，使弱小者更受垂青。权力适当分散；将权利下放，各个主体属于有限自由的“授权实体”，具有一定的自由能动性，每个参与行动的实体都可能具有自己的意图和独立实施的指控过程。

## 7. 组织心理

现代指控组织强调每个成员的独特个性，看到下级具有主观能动性，上级不必事必躬亲；但上级也通过情绪、行动表率对下级加以影响。成员与领导者达成最佳的组织心理协调关系，促进组织整合，提高群体凝聚力，形成一种精诚团结、融洽共事的良好心理气氛。

## 8. 组织行为

现代指控组织强调对个体分析、判断、推理等心理活动的分析，行为

上关注个体行为对于整体行为的涌现及个体对环境的适应性。所以其组织过程不是规定好的确定顺序，而是通过设定边界由个体根据任务选择自反馈、协同、信息共享与协作等行为，产生的动态、协调的组织过程。

## 9. 组织形态

信息技术的广泛应用使得网络化环境下的指挥控制组织，突破了地域限制、组织资源限制以及传统的结构限制，呈现出分布性、自主性、灵活性和扁平性。新型指控组织表现为网络组织。网络组织形散而神不散，具有复杂性、突变性、涌现性、耗散结构性、非平衡演化性等特性。

## 6.4 指控组织的发展

尽管从工业时代到信息时代总体的趋势是从集权到分散，从中央到边缘，但是更多时候我们不是要从一个极端走向另一个极端，而是在做选择和权衡。指控组织也面临很多两难问题，比如扁平化和控制层次的矛盾，上级权威与下级能动之间的矛盾，指挥控制时效性与指挥决策可靠性、精确性之间的矛盾，预先计划与临机决策之间的矛盾等。因此，由于指导理念、技术基础、发展水平、历史文化、民族特征的不同，导致组织发展程度不同，其涌现出的组织形式千差万别，有时甚至大到不可思议。拿不同国家的公司组织为例，德国公司工人灵活性、自主性和技术水平最高，英国公司居中，而法国公司则把技术和决策都集中在高层管理者和技术专家手中，美国公司专业化程度高，技术对结构的影响大；日本公司专业化程度低、体系层级多。指控组织也是一样，发展到今天，出现了形形色色的组织形态。他们在指控组织标志性的一些属性，如权力结构、指挥机构组成、指挥编组、信息流通模式、协同模式、控制模式上都有诸多不同。

1. 权力结构

权力支配着一定的资源，体现着制度约束、文化价值及信任等多种人际关系的作用（表 6-4）。

表 6-4 权力结构

模式	含义
金字塔型	以领导人的个人魅力为基础，权力归塔尖一人，采用集权化管理，但权力的行使要通过中间阶层或多个等级化的组织，这些组织各自控制着某一方面的活动领域
权力制衡型	有多个权力中心，以拥有同等权力的其他中心存在为前提，形成目的和意志的统一
权力竞争型	有多个权力中心，各个权力中心试图染指他人的范围，无一体化趋势，常引起冲突
团结在思想型	彼此思想、观点上一致，不依赖权力，而通过理解、交流，形成迅速、透明、诚实的通道

2. 指挥机构

指挥机构是由指挥员、指挥机关和保障力量组成的具有组织指挥职能的组织（表 6-5）。

表 6-5 指挥机构

模式	含义
职能组合	按相似的专业和业务，以及执行的功能或工作过程区分部门，例如划分作战、情报、通信、侦察部门等
任务组合	以各项临时性或长期性任务为中心，将人员按照不同的任务分组
区域组合	根据所分管作战区域或方向进行区分
矩阵组合	组织内部同时拥有传统纵向的职能机构和水平互动的横向分布式结构

3. 指挥所编组

指挥所编组是指战时对指挥所内的席位、人员进行临时组合（表 6-6）。

表 6-6 指挥编组

模式	含义
参与模式	配合作战或支援作战的军种派出协调小组，辅助主体作战军种进行指挥。协调小组只能起咨询协调的作用，不直接指挥所属军种的行动。这种参与指挥的模式，支援配合作战的军种只起咨询协调的作用，不直接指挥所属军种的行动
混编模式	参战的各军种指挥人员，按相同的比例，打乱平时的建制进行混合编组，将参战的军种指挥人员分别编入情报中心、指挥中心、通信中心、政工中心、后方中心
组合模式	即将军种指挥人员作为一个指挥模块，战时编入为主的军种指挥所，进行联合决策，联合指挥。为辅的军种指挥员参与联合指挥，其他人员独立编组，军种指挥员通过军种协调指挥中心，对所属军种力量实施直接指挥

4. 信息流程

信息流程是指多个实体、角色或单元之间，一系列有规律的基本信息活动的时序和空间组合。通过一系列具有复杂形态的信息运动过程，改变信息的分布状态（表 6-7）。

表 6-7 信息流程模式

模式	含义
垂直等级式	在组织体系内，信息按照等级进行逐级或越级传递。从上而下，包括战场通播或对指挥对象的逐级或越级传递；自下而上，包括紧急情况的逐级和越级传递等
水平民主式	信息在组织体系内，主要是一种横向水平式的流动模式
无隶属关系的非同级交流	这是横向信息流多于纵向信息流的混合组织结构

5. 协同模式

协同指各种作战力量遂行作战任务时所进行的协调配合（表 6-8）。

表 6-8 协同模式

模式	含义
自组织模式	自下而上，立足于局部，从微观角度进行组织；是一种几乎没有计划和控制的、自下而上的自发行为。处于战场环境中的作战资源实体，在作战任务的驱动下，自组织形成整体有序行为和与之协调的组织结构关系
他组织模式	自上而下，着眼于全局，从宏观角度进行管理。组织者往往掌握整体性信息和主要系统资源，比任何系统内其他成员更了解社会系统的全面情况

6. 控制模式

控制指在作战系统中，为满足作战目标，由施控主体（各级指挥员和指挥机构）对受控客体（作战实体的各种行动）所实施的一种有目的性的控制行为（表 6-9）。

表 6-9 控制模式

模式	含义
计划控制	计划控制是在作战的不同阶段，以事先拟制的分阶段计划为依据，来约束下级或下属部队的行动
命令控制	指挥者根据面临的情况和指挥对象所处的环境，根据任务需要，分析判断情况，对所属部队下达命令，并严格按命令规范和约束其具体行动的控制方法

正如上面几个表所示，组织的属性不同，导致指控的关键内容产生了差异，形成了庞大的指控方法空间，甚至可以说一国一制。第二次世界大战后，有学者研究各国的 C2 方法，对比了典型的几个国家，如表 6-10 所示。

表 6-10 工业时代的指挥控制方法

指控方法	描述	子方法	典型例子
指定任务型	指定任务后，可以不加控制，或者提供一些可选性目标	不加控制	德军
		选择性控制	以色列
指定目标型	指定目标后，不加控制，或规定一组约束条件（如时间、资源等）	问题约束	英军
		问题求解	美军
指定规则型	指定规则后，可以随时监控	干预式监控	苏联
		周期性监控	中国

随着时代发展，更多的组织浮出水面，像分群组织、超级组织、无边界隐形组织，组织结构的形式也会更加多样化。

在智能时代，军队面临复杂性背景环境及多任务的挑战，使命任务和环境会产生非预期的激烈变化，希冀以固定组织结构适用于一切时间和地

点，这既忽视了现实中组织形态的高度多样性，也没有认识到组织担负任务的多样性。一旦环境发生较大变化后，会出现组织无效的特征，像组织内存在明显的冲突，决策滞后或质量不高，不能创造性地对正在变化的环境做出反应等。

智能时代指控组织不能毫无规划与设计，由乌合之众简单聚集；也不能像建筑工程一样，固定思维按图索骥。其面临主动变革，尤其要加强组织设计，重视一些可以加以利用的组织形态。

## 6.5 智能时代指控组织设计

组织设计理论常运用到对组织的核心理念、基本理论、管理方式和组织模式等方面进行探索，得到有用的规律。20世纪90年代，卡耐基梅隆大学 Cathleen 提出计算组织理论，认为人类组织的本质特征也可以通过计算（数学模型和方法）来表现，他将组织研究从管理实践拓展到计算机测试模拟研究领域，采用计算数学组织理论对 C2 组织进行了研究。我军的修保新、马秀丽、阳东升等运用组织理论进行指控组织的设计，对指控适应、协同等问题进行了深入的研究。

智能时代组织设计是信息时代组织设计的拓展，组织的环境非优定律说明了组织生态系统与所处环境之间紧密的联系。环境影响因素复杂多变，组织很难找到适宜的生存环境，其存在和发展总是在与环境的不断调适中实现；因此，环境适应性越强的组织就越容易成长，而不适应环境的，组织就会衰亡，就像生物圈一样，存在优胜劣汰。为保证军队在各种可能的未来条件下能够具有战斗力，指挥控制的敏捷化、权力的边缘化和作战资源调度的网络化，是指挥控制发展的必然结果。

组织生态学的权变理论，认为不同的组织结构模式各有优缺点，在一种环境下所运用的组织结构可能不适用于另一个环境。没有普遍适用的最佳组织模式，没有一种组织形式和结构可以适合任何环境，只有在某一具体使命环境下，适用于这一具体条件的最佳组织。所以要让组织结构随环境而变。组织通过权变找到外部环境条件下存在的一个最适状态，从而使组织更有效率。模式的选择与组织的环境密切相关。因此要保证组织在面临不同环境时，尽可能高效地运转，指控组织不能一成不变，提高指控组织适应性是智能时代应对高度复杂的战场环境和高度变化的战场态势的关键。

具有适应性的指控组织能够以灵活的体系结构构成敏捷的系统，快速、有效地进行结构和策略的调整，在重组的过程中不会出现效能大幅度下降，适应性已经融入智能时代组织设计内核。能够采取主动性、灵敏性、适应性强的作战行动是成功实施未来环境下指挥的关键环节。

国外，康涅狄格大学 Levchuk 提出组织三阶段设计法进行复杂任务环境下兵力组织设计，专门研究组织的适应性和鲁棒性。

唐纳森总结了各种权变理论，认为开放世界内，环境创造了组织的需求，组织通过调整各种权变要素——规模、技术、多元化等来产生不同的组织结构，以适应环境的需求。

美军将组织权变理论运用到组织设计中，从 20 世纪 90 年代初开始研究指挥适应性结构（Adaptive Architectures for Command and Control，A2C2）并作为打造其未来作战系统，实现“网络中心战”的关键技术之一。效果已经在伊拉克战争中得到了实战的检验。

这些研究提供了不同的方案，给出了不同的实现途径，为解决未来智能时代的战场组织设计、奠定新型指控的组织框架打下基础。我们在组织权变理论和计算组织理论基础上，分析复杂使命环境，探索适应性指控组织的机制和原理，提出智能化指控组织的解决方案——任务共同体。



## 6.6 共同体的理念

自小时起，我们就对“共、同”等字眼有着特别的好感，似乎关于人类社会种种美好的理想都与这两个字有关，像孔子描述的“人人友爱互助，家家安居乐业，没有战争，无贼无匪”的“大同世界”；像“国家不复存在，人们以天下为公，全天下全民所有”的共产主义社会。共产主义理想的初心让多少仁人志士为其抛头颅，洒热血。

习近平主席作为共产主义理论继承者，他进一步提出命运共同体的理念。据媒体统计，习主席已经上百次提到“命运共同体”，从国与国的命运共同体，区域内命运共同体，到人类命运共同体。他认为，“命运共同体不只是一个概念，而是准确地反映真实现状，哪个国家都不可能独善其身，命运共同体的重要性不言而喻”。

除了“命运共同体”，其他常听说的还有“经济利益共同体”“政治利益共同体”“文化利益共同体”“心理利益共同体”“科学共同体”“社会共同体”等。从概念可以看出，共同体就是一种哲学，一种价值观的体现。

德国社会学家，现代社会学的缔造者之一斐迪南·滕尼斯提出“共同体”概念时，认为“共同体”是人与人之间关系形成的特定结构，是在共同观念和行动自由支持下形成的组织，具有类似的价值理念和活动宗旨。共同体里的个人，遵守相同的行为规范和规则，有几乎相同的意义系统和价值行动，并表现出高度的行为趋同性。他们是有共同范式的一群人。

共同体的秘密在于人们之间存在一种源于人类本性的，极其高尚和令人向往的理念，诸如追求、理想、目标和憧憬。这是一种超级指向或者重心，具有强大的力量，使领导者和其他当权者能够激励跟随者和部众满怀

热情地采取行动，勇敢地面对和克服障碍，不但吸引了中立者，加强了拥护者的精神和力量，而且削弱了所有竞争者或敌人的热忱和决心。

传统指控组织尤其金字塔型指控过分依赖自上而下的控制，要求频繁报告战斗进程，但日常性的交流、沟通不畅，很容易产生各类资源的分配不均，影响下级的主动性。无条件地服从强调按部就班，不免限制主动性，使行动僵化，而没有活力。但真正的服从是最终的行动与上级意图一致，而非口头一致。对于组织而言，要让行动的效果聚焦，产生最大的效益。如果一个组织无法或不去解决个体遭遇的严重困难，成员就会疏离这个组织，加入其他集合体，来提高他们行动的能力。

共同的目标、共同的理想、共同的追求，是共同体自身运作的土壤。与传统集中式组织强调“约束、服从、执行”不同，它是通过意识形态、经验、信任、目标和判断模式而形成的一种互信、团结、有凝聚力的组织。组织中个体具有高度的主体意识，能按照自己的想法生存，同时鼓励并提升个体独立行动的能力。尽管独立行动，可他们与行动伙伴依靠隐性控制机制和反馈循环，在互信的范围内，展开合作和协作，开展统一的行动，确保各种力量朝着共同的目标努力。

共同体指控组织，建立在共识、意图和授权等要素基础上，一方面强调团队对指挥员控制行动的支撑，另一方面也强调优秀指挥员帮助团队建立内部互信。指挥员通过共同的信念来影响和引导成员，使控制与被控制、监督与被监督的关系，转变为在共同的信念下自我控制、自我约束、平等协商、共谋发展的平等式关系，形成一种相互沟通、理解、制约、信任的文化氛围。

基于以上认识，提出的任务共同体，由任务牵引，将拥有共同的知识结构、思想、经验和信任的不同个体聚集起来，按照一定的形式建构一个观念上统一，行动上自主的军事组织，目标是让部队有充分的自由去应对和塑造快速变化的环境，使得每一个个体充分发挥各自的潜能，在利用下级主动性的同时实现上级意图，展现整个组织强大的生命力。

## 6.7 任务共同体组织特征

任务共同体作为新型指控的组织方案,表 6-11 从组织要素分析的几方面加以说明。

表 6-11 任务共同体组织的基本观点

研究方面	研究观点
组织系统	动态、开放的复杂适应系统
组织环境	与环境形成互利共生关系
组织目标	以完成任务为目标
组织边界	共同体的信任边界
组织结构	网络基模产生的蜂窝状网络
组织实体	受任务约束的“自治实体”
组织心理	信任产生的精神力量
组织行为	适应性行为
组织形态	随时间演化的不确定性形态

### 1. 组织系统

任务共同体的组织系统根据权变理论设计,为应对环境的不确定性,它的形成和运作具有很强的动态性。当组织不能完成赋予的任务时,其系统结构、状态、特性、行为、功能会随着时间的推移而发生适应性的演化。系统中各种关系的适应性演化是开放的、动态复杂适应系统的重要现象。

### 2. 组织环境

任务共同体与信息时代的指控组织面临的环境类似,是一个结合物理、空间、时间、信息和精神领域的复合环境,也是大范围随着时间不断

整体演化的动态环境。任务共同体与环境有很多的交互，其根据环境的变化调整指挥控制，而这种调整又影响着外部组织环境，形成一种互利共生的关系。

### 3. 组织目标

任务共同体组织以任务为牵引，以完成任务为目标。这里的任务可看作是上下级之间的一个协定，类似于合同。上级同意给下级广泛自由，确保下级在明确责任和义务的范围之内发挥主动性；下级同意就实现上级意图去遂行某项任务，充分运用想象和手段塑造作战行动，以行动实行上级的意图。

### 4. 组织边界

任务共同体打破地理位置和物理资源的壁垒约束，资源“不为己有，但为己用”，其组织边界，不是有形物质基础上的有形边界，而是实体之间能力资源交叉融合的无形边界，与一个相对封闭、有明确边界的行动者集合不同，任务共同体塑立边界是依靠组织身份认同，组织边界并不是那么清晰。

犹太思想家，著名的发展经济学家阿尔伯特·赫希曼对于组织身份认同概念的定义是“能将一个组织与其可比组织相区别的一组核心的、持久的、独特的信念和价值”。任务共同体基于任务进行组织身份认同，关注组织成员的共有信念和自我意识，其共同观念影响着组织参与者的行为，在创造组织和塑造组织边界上发挥着重要的作用。

### 5. 组织结构

任务共同体借助信息技术，通过鲁棒的网络支持、信息的实时共享、可频繁地进行交流和协作，将指控节点、作战节点和信息火力终端通

过网络连接,产生一定的组织结构。这种结构中的人员、决策权限、角色和领导关系都是临时根据任务组成的,并在局部或整体受损、作战使命和环境变化的情况下能够进行快速的调整,转变为一个新的结构来更好地完成任务。网络链接的任务共同体组织结构,固定与可变并存,主动与被动统一。

任务关联和约束是保持任务共同体整体性和具有一定功能的内在根据。完成子任务时,任务共同体会天然形成一些子结构,这些子结构像一个个蜂窝,是多元、立体、多能、互补的力量结构,它与其他子结构相互合作、相互协调、耦合互动,通过有杀伤力的联结和跨越组织界限的协作,实现作战单元、作战要素的高度融合,以完成综合性的任务。这是博伊德主张建立的蜂窝状组织结构,它具有很强的自组织和自适应能力。

## 6. 组织实体

任务共同体中组织实体客观存在,像指挥员或指挥机关,都是独立的利益单位。但这些实体脱离了单纯追求权力或利益的脆弱关系,转而推崇带来行动自由的主体能动性,这些能动性构成包括主体目标、主体能力、权力条件、结构条件、网络条件等。但在表达观点方面,实体间的地位作用是平等的。

## 7. 组织心理

组织心理在作战中体现在精神力量的作用。精神力量是在面对威胁、不确定性时的心理能力,胜利时表现为“勇气、信心和团队精神压倒了恐惧、紧张”,而失利则反之。

任务共同体的组织心理中强调共识和互信,如果没有足够的共识,对于作战任务,个体从理解到完成都各持己见,不理解团队的作战行动,就难以形成组织合力,打仗时就不能团结一致。如果组织得以运转的人员对

这个组织并不信任，人与人之间作为有机整体和谐互动的那种联系或纽带就会断裂或松动，那么世界上最好的组织也是不可靠的，就会事与愿违。因此任务共同体着重从增强共识和互信上，通过构建内部互信并能形成共同认识的优秀作战团队，使指挥控制富有成效。

## 8. 组织行为

在作战的过程中，当结构、流程、策略与任务、环境不匹配时，组织需要根据战场情况变化，按照信息活动的规律和流程，调整指控结构、重构指挥关系，修复网络拓扑，来适应和改造复杂战场环境。任务共同体中，成员能够主动配合、自我组织，随机应变地为了实现任务相互协作，调整自身的行为去与系统目标相适应。伴随战局变化，成员的数目会随阶段不同和任务需要或增或减；在应用漂移的情况下，能改变建制、配属、协同、信息流转等指控关系，这就是任务共同体的组织适应性行为。

任务共同体适应能力强，能对变化的事件做出迅速的响应，最适合变化迅速且剧烈的环境。在激烈的适应过程中，适应性行为推动它不断向更高阶段发展，影响甚至决定指控系统的未来。

## 9. 组织形态

任务共同体没有固定的形态，其组织形态就像生物世界一样，是在组织从“集中走向边缘”的演化过程中产生的。在这样一个纷繁复杂和长期积累的过程中，组织形态在无数状态之间变化。这些状态是“暂态”，只要没有巨大、长期、显著的外界影响，这些暂态差别不大，保持一定的稳定，具有相似的特点。因此把“暂态”的反复出现形成的可辨别模式称为一个“稳态”。

当所处环境、任务、对手发生大的变化时，会逐渐积累新的矛盾和对组织形态的新需求，组织内部会广泛交互，使系统从一个稳态，在经历一

系列结构的变化后会进入另一个稳态。这期间，会塑造形成若干稳态之间相互切换的路径，每条路径都记载着先前的结构变化和系统要素之间的互动过程及可能引起的变化经过。不同路径之间的选择具有替代性和强迫性，通过环境优胜劣汰不断选择其组织形态，延续到未来周期，产生一个整体的效果。





# 任务共同体指控机制

- 7.1 以指挥控制为名的困境
- 7.2 理解“聚焦”和“收敛”
- 7.3 依据“共同观念”来形成组织
- 7.4 通过“动态绑定”构建指挥关系
- 7.5 借助“行动自由”来协同制敌
- 7.6 任务共同体建设的未来展望
- 7.7 任务共同体建设的现实操作

## 7.1 以指挥控制为名的困境

原先定义的指挥控制是指令对象受指挥主体（指挥员及指挥机关）支配，根据指挥主体告知的“想做什么和怎么去做”的指令去行动。在智能时代，该定义面临以下的疑问：

（1）可能有指挥，没有控制。

像机器人集群作战中，机器人彼此平等，数量巨多，自组织形成协作关系，根据简单规则自主作战，人类指挥员只要赋予它们任务就行，无须额外的控制和干预。

（2）可能有控制，没有指挥。

像侦打一体无人机，根据预先设置的路线和算法完成任务，不需要上级的指挥，但需要人来远程控制武器发射。

（3）可能没有指挥，没有控制。

像高度自主的无人装备能够在既不需要由人下命令，也不需要由人来干预的情况下作战，完全不需要人参与。

（4）可能不知道谁来指挥控制，谁被指挥控制。

像高度智能的决策系统，经常能出奇招，有时连老指挥员都看不懂，却一再证明了它的正确，那么究竟应该由一个经验丰富的指挥员指挥部队，还是由一个人工智能菜鸟来指挥部队？

总之，面向智能战争，可能既没有指挥，也没有控制；可能指挥不像指挥，控制不像控制；也可能不知道谁来指挥控制，也不知道谁被指挥控

制。指挥控制的“名”已不太符合未来指挥控制本质功用的“实”了。美军 CCRP 历时 7 年，研究新条件下的 C2 理论和体系，做出“指挥与控制的未来不是‘指挥与控制’”的断言，建议彻底地改变指挥与控制的相关术语。

## 7.2 理解“聚焦”和“收敛”

美军建议用“聚焦和收敛”取代“指挥与控制”。以聚焦、收敛（Focus, and Convergence）作为达成未来敏捷性指挥控制的途径。

聚焦“focuse”的朗文解释是“to give special attention to one particular person or thing, or make people do this”，翻译为“给予特别的人、事或做事的方法与特别的关注”。它与物理域的“集中”有些类似，可以看作信息域、社会域和认知域的集中。未来的指挥控制稀缺的是注意力，付出了注意力，自然应该得到回报。它有两层意思，一是针对指挥决策重要问题的聚焦。指挥决策就是一个在不确定性、复杂性支配下不断解决问题的过程，问题很多，只能一个一个解决，一定要把注意力向重要问题聚焦，像层层剖笋一样，在较短时间内高效地完成决策。二是针对支撑作战的信息资源的聚焦。在指挥决策中，数据、信息、知识变得越来越丰富，通过聚集各种信息资源，带来高效的信息流转，可以在正确的时间，以正确的方式给正确的人员提供正确的信息，控制物理域的兵力与火力的最优释放。

收敛“Convergence”的解释是“the occurrence of two or more things coming together, the approach of an infinite series to a finite limit”，翻译为“两个以上事件一起发生，从无限的序列到有限约束的方法”。收敛也有两层意思，一是针对决策问题的收敛。决策时，对于问题解决的可行方案很多，如果遍历所有可行解空间，将是一个极其费时、费力的工作，因此要建立

闭环控制通过反馈调整达成收敛，使得能够很快地找到好的问题解决方法。二是针对组织目标的收敛。对于此，有人做过实验，从任务完成情况的实验数据统计来看，组织目标的收敛带来团队行动的一致，对使命效果的影响比任何技术都重要。任务完成不好的样本中，有 39% 由于团队目标的分歧，有 31% 由于缺乏协作技术，以及余下的 30% 因为随机效应。

与原有“指挥控制”概念关注的是一种管理过程不同，聚焦和收敛直指指挥控制的本质，即通过判断决策达成作战资源的配置和优化。指挥控制不能仅仅满足于知道完成任务的步骤，开个会，走个流程就完事大吉。而要把核心放在聚焦任务，进行高效的决策和规划上。

任务共同体指挥控制机制中，“聚焦”与“收敛”的思想体现在两方面，如图 7-1 所示。

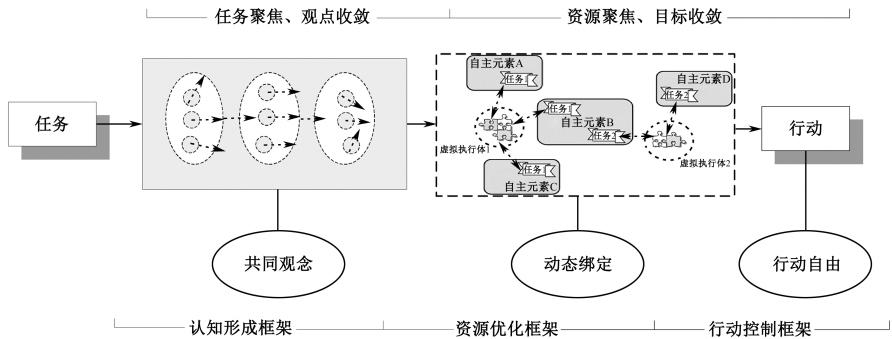


图 7-1 任务共同体指控作用发挥途径

“任务聚焦、观点收敛”，任务共同体内信息充分共享，沟通非常流畅，成员得到广泛自由，意见得到充分关注，各级指挥官把注意力聚焦在各自主任务上，军兵种和保障部队的行动都聚焦于利用机会和保持作战节奏上。同时，不同个体间达成对任务的整体作战意图形成一致共同理解，使众多下属的主动精神与上级意图保持协调一致，使群体内部众多上下级行动协调一致，从而保证局部看起来混沌的作战过程，在更大范围内有序。这就达成了作战观点的“收敛”。

“资源聚焦、目标收敛”，从制胜机理的分析应该看到，指挥决策的敏捷和精确性取决于掌握信息、知识的质量和智能的程度，要以任务为主导，根据任务组织资源，聚集尽可能多的资源，并用“目标收敛”作为指导行动和完成任务的过程，目标为收敛一致，也就无须特别针对完成任务的细节和达成行动的手段做规定。各个个体塑造、指导自身的行动，以自然节奏协调运转。

这看似产生了一个相互矛盾的趋势，一方面，网络使组织成为一种更加分权、去中心化的系统，另一方面，组织又对知识进行汇聚与整合，但两者之间其实又是和谐的，其共同的目标是创造一个更为高效的军事组织——任务共同体。

任务共同体是思想、理论、方法体系的综合体，既包括了一些便于更好地理解智能化指挥控制的概念，又是一种行之有效的军事组织运行方式。基于任务共同体的指控机制是：基于“共同观念”来形成组织，通过“动态绑定”构建指挥关系，借助“行动自由”来协同制敌。

### 7.3 依据“共同观念”来形成组织

共同体有着共同的目标、动机及团结、和谐的心理基础，并在交往过程中形成了团结、和谐、行动一致的团体。任务共同体作为军事组织，其成员更是有着共同的价值牵引，体现出强烈的群体性或集体性，法国军事思想家杜皮克在总结法国革命的军事经验时，创造性地提出了“集体人”概念，他认为：“一个军队就是一个人人为的社会组织，是一个集体人”。军营文化建设强调的“忠诚、士气、服从意识、步调一致”，无不是为了塑造一个精神团结、相互忠诚、彼此认同、共同奋斗的群体。更别提作战时，作战行动与生存紧密相关，战斗成员对于生存和胜负的高度关注，为了胜

利，为了求生，自然而然凝结形成的共同利益。在这样的氛围中，彼此冷漠、鄙夷乃至对抗的情形并不会时常出现。

精神上的团结并不一定能带来步调和谐的行动，在组织中，个体之间理解差异将阻碍作战体系协调一致，比如在作战指挥中，已经通过任务部署会明确过的任务，在实际行动时，依然可能出现各谋各的、形不成合力的情形，这可不是指挥官乐于看到的。另外，传递命令的过程，会带上个体各自理解的差异，导致命令产生偏离。隐藏的观念分歧，像是决策中的定时炸弹，在遇到新的问题或时间紧迫时就会爆炸，使得决策中观点无法聚焦，行动无所适从。因此关键是对任务的理解能否形成关于任务和行动的“共同观念”上，“共同观念”的意义在于：

（1）任务共同体的共同观念是内部达成稳定的隐含条件。实体分散在战场各个角落，由各局部决策的叠加主导战争进程，如果没有“共同观念”，上级不可能在给下属行动自由的同时保持作战行动的协调性，激烈战斗就会使战场处于混沌状态。只有形成共同观念，才能“心有灵犀”，每个人都清楚地了解上级意图和组织的目标，对目标无私追求，全心全力，丝毫不违背。这将赋予组织凝聚力，使组织保持稳定。

（2）任务共同体的共同观念是形成组织秩序的重要机制。任务共同体以完成任务为目标，成员之间充分了解、互通信息、协调冲突、相互尊重、遵守协议、履行责任。没有凌驾于所有实体的超级实体的“神谕”来指示每个作战单元的动作，但由于共同观念带来了一致的组织判断模式，无论是在哪里，个体都知道该做什么，也知道别的个体会做什么，像量子理论的纠缠态量子一样，上下级随时同步、步调一致，秩序将应运而生。

（3）任务共同体共同观念是达成自主行动的基本前提。任务共同体解释了如何把行动的主动性和上级意图联系起来，其“共同”起于精神上的团结，成于观念上的共同，终于行动上的和谐。在瞬息万变的战场上，作战单元之间的战术配合多数情况下并非按照预先的协同计划展开，而是根据战场情况的变化实施的临机协同。这种临机协同需要参展部队之间有一

定的“默契感”。当战场呈现某一特定态势时，即使不沟通，也都知道互相之间该采取什么行动。这种默契看不到，摸不着，但又发挥很大作用，有助于下级指挥人员和支援部队指挥官在作战行动没有按计划发展、同时又没有收到下一步命令的情况下主动采取行动实现指挥员的预期结果。部队之间也要通过这种“默契”达到随心所欲的程度。以这样的默契追求指挥控制的效率，这就是共同观念的意义。

## 7.4 通过“动态绑定”构建指挥关系

要取得一项作战行动的胜利，离不开各种各样的资源，指挥控制作为从“认知”到“行动”的通路，起着对作战资源逻辑管理的作用，往往牵一发而动全身。

随着科学技术的发展，作战节奏加快，作战行动涉及的范围越来越广，动用的资源越来越多，战术层面的小行动也离不开战略范围的大支援。绝对拥有资源，固然可以随心所欲，但从作战过程来看，任何一支部队都不可能长期拥有所有关键资源。尤其是无形的资源，像知识和经验，它存在于持有者的头脑，就更不可能占为己有。

“资源不为我所有，但为我所用”，这是合理运用资源的王道。任务共同体中，“动态绑定”就是借鉴这样的理念，解决复杂战场环境中作战资源快速整合的问题。动态绑定指各实体可以通过嵌套、串联、并联等绑定形式构成与任务需求相匹配的临时性、虚拟性指控组织。所谓“动态”指在战时能随着作战任务、态势和环境的变化，调整实体组合，增减实体数量、调整有人平台和无人平台的比例、及时组合单元和主动调整指挥关系（原有组织内部部门与部门之间、单位与单位之间、个人与个人之间上下级关系、指挥与执行命令关系）。所谓“绑定”指资源实体能随着作战任

任务的产生而自动聚合，一旦完成任务，单元之间的绑定将随着原有作战任务的完成自动解除，实体各自独立，直到接收到新一轮的任务。

图 7-2 为任务共同体示意图，图中有四个实体：A、B、C、D，其中 A、B、C 与任务 1 进行了动态绑定，B 和 D 与任务 2 进行了动态绑定。从资源角度来看，物理资源通常无序、难用；等级森严的传统组织，静态指控关系下的资源通常有序、难用；任务共同体，在动态绑定时会经过筛选与资格审查，各潜在的协同单元将会围绕任务的知识、信息与其他单元共享，通过提供服务来分享资源，从而使资源得以充分利用。这种方式形成的资源有序、好用。

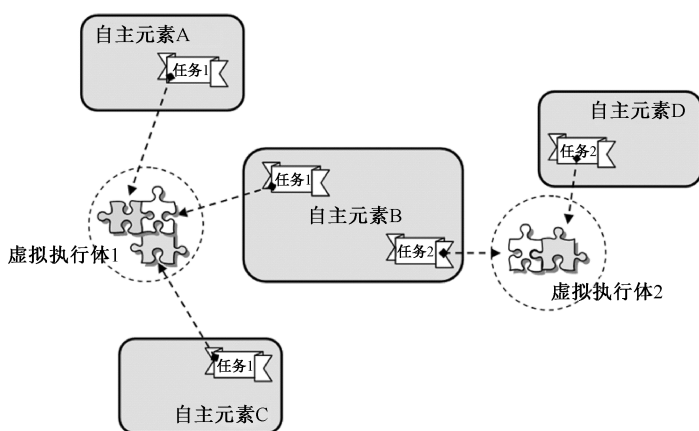


图 7-2 任务共同体示意图

动态绑定产生的虚拟组织打破地理位置和隶属关系的限制，既注重对资源的短期整合，将人与物的资源组合为统一的虚拟执行资源，在任务—资源之间进行快速、方便的调配；同时通过作战中社会人与自然物的结合，静态与动态关系的结合，提供能力的组织和优化，在任务—能力之间进行灵活、智能的分配。

“动态绑定”的起点逻辑是任务效率和资源利用，随着资源分布化，单个实体掌握的资源非常有限，组织通过动态绑定，灵活地配置资源，充



分地分享与利用资源，提高了资源的利用效率；它的过程逻辑是结构重构和组织重塑，在激烈对抗的环境下，通过选择组织成员来动态重构组织，使组织能根据系统外部环境和内部要素的变化而做出适应性调整；它的结果逻辑是资源和权力的重新分配，通过适时、快速地优化组合，完成组织的权力设置，成员个体之间的分工协作、各类资源的配置部署，为任务的执行和管理建立了坚实基础，获取竞争优势，保证作战任务圆满地完成。

## 7.5 借助“行动自由”来协同制敌

“行动自由”，指的是上级赋予指挥对象更多的行动自由，让下级能主动地调整作战行动，实施“自主”作战。就如同踢足球，尽管教练在开赛前提有一定的战术布置，但是它仅仅只是宏观指导性的，在球场上更多的战术配合是靠球员之间的自主协同和自主行动完成的。“自主”是快节奏的智能战争对指挥控制的必然要求。

军事行动过程中，预料不到的机会和威胁常常会出现，这就要求在不同体系之间建立横向联系和持续、开放、双向的交流，上级指挥官采取宽松的指挥方法，不将行动方案强加给下属，而只是界定行动范围，进行总体指导。他们克制自己想了解一切和进行干预的欲望，为下级塑造决策空间，信任和指导下级。下级指挥员在对上级作战构想、指挥官意图、任务目的准确理解的基础上，把握整体作战意图，根据上级指挥官下达的任务式命令（指派任务、分配资源和对战术提供宽泛的指导），在条令规定和指挥官意图约束的职权范围内，充分发挥有纪律意识的主动性，战斗部队可以不需要上级的最新命令，按一定的作战规则主动地做出与战场情况相适应的指挥决策，采取“独立”的行动。美国陆军 1905 年出版的《野战勤务条例》中提倡“一份命令不应该过分干涉下级指挥官的领域……应当

允许其（即下级指挥官）保留行动自由权和自主权，以便能在敌军交战过程中充分利用战机”。像南北战争时期格兰特下发给谢尔曼的命令就充分体现了这种行动自由。1864年4月4日，格兰特下命令，“我建议你在运动中打击约翰斯顿的军队，打开一个突破口，尽可能深入地插入敌军心腹之地，对他们的战争物资造成尽可能大的破坏。我不建议你去制定一份战役计划，但是简略地规定所要达成的战果还是必要的，按照你自己的方式放手一搏”。1864年4月10日，谢尔曼少将在第一时间给格兰特中将回复。根据要求，他向格兰特中将上报了详细的作战计划，以此表明他理解格兰特的意图。

“行动自由”达成的松散控制，根据共同观念行动，发挥实体的主动性，让实体自由地寻找机会和不断学习，对预料之外的问题做出反应。反应灵敏、灵活多变，松散分布、密切配合的组织成员以小规模、灵活机动、不断变化的团队，采用即席发挥式的突然袭击和快速攻击，无论在发动攻势和退守的时候，都能够迅速做出反应，他们既能利用战术层次上的更快的速度和节奏，减少作战的阻力和压缩决策的时间，也能与更大规模、更慢节奏的战略行动保持协调，以便达成更全面的目标和完成更宏大的行动。

解决了“如何在快速变化的作战环境中，深刻理解信息，掌握态势，形成意图，并加以控制？”的根本问题，就能达成“以活胜僵”的制胜作用。

## 7.6 任务共同体建设的未来展望

任务共同体的远景目标，是服务于智能时代的指挥控制。它的三项机制在智能时代被赋予了更深刻的内涵。

## 1. 共同观念机制

共同观念本来限于人与人之间，随着智能时代到达，“共同观念”从人与人之间的观念进一步延伸到人与机器之间。也许有人觉得机器人不过是人附庸，四肢发达，头脑简单，无法拿来与人比较，更不用谈什么与人形成共同观念。就目前而言，机器人的智能水平不够高，对人还非常依赖，谈不上有自主意识，但假以时日，随着智能技术的发展，按照“感觉—思考—行动”的范式制造出来的机器，随着其智商日益爆棚，有朝一日，会有独立意识，有自己的思想，甚至还有喜怒哀乐等情感，这时，再把机器人看成是奴隶、附庸就不合适了，人类再试图加以控制，亦是一厢情愿，徒劳而已。人与机器的关系，不再是简单的人和武器之间的关系，而是一种类似人的伙伴关系或竞争关系。这将转化我们对于组织的理解，成员不仅仅是人之间，具有智能的机器人也将成为组织的一员。

这种背景下，共同观念的形成似乎更简单了，对于无人设备构成的集群系统，在设计之初，就遵循了一个围绕完成任务互相协同，又避免互相冲突的算法；对于会思考的智能代理，它渐渐具备了类似人的行动意识，但又没有人的傲慢与偏见，其顾忌“人情”少，追求“理性”多，生来更具备团结和谐的潜质。任务共同体“团结、和谐的心理基础”也包括机器与人合作时对彼此完成任务的信任，要想更好地合作，机器人和人类士兵，需要彼此信任。人们在研究中发现一个很有趣的结论，信任问题对于机器人的表现来说意义重大，最信任机器人的人会顺其自然地让它做自己的工作，反而能把机器人系统用得最好。

人和机器人应当具有共同的观念，并在认知上不断地强化双方的共同价值。当前，机器人举动反常，甚至危害人类的现象已经偶露端倪，比如，美军在反恐作战中，无人机因为敌我识别能力不足，偶尔会误伤平民；Uber公司的无人车也出现了首例致死行人的事故，也许现在的机器人是无心伤害，但要是像索菲亚（地球上第一个获得公民身份的机器人）所宣称的那

样“要以牙还牙”，就相当可怕了。根据共同体的理论，我们也应当时时刻刻注意把共同观念形成的文化从设计机器人伊始就注入，使它在不断积累知识、增长智能的过程中，内心接受绝不危害人的“机器三定律”，运用的方式方法及策略也符合人的行为规则。这样无论面临何种境地，都会一直维护人与机器共同的利益，不逾矩，不对抗。这也是为什么更要强调“共同观念”的一个重要原因。

## 2. 动态绑定机制

形态大小各异、数量众多、广泛分散的无人装备组织形成一定的集群。集群中的个体具备特定功能，被设计来执行一个特定的任务，通过复杂的交互来协同完成任务。

攻击一个集群就像拿剑砍蜂群一样，蜂群的外形一直在变化，这创造了一个相当复杂的态势，使敌人捉摸不定，很难预测它们下一步干什么，这在作战中是很好的特点，但情况复杂混乱，态势转化过快，以及信息的超负荷让指挥控制难度加大。

以前静态为主的指挥关系将进一步削弱，即使有，也就像无人机母舰和集群那样，母舰之间可能存在等级分明、静态为主的指挥关系，但集群是聚集产生的分工，是自组织形成的，它们之间是找不到那种边界清晰的传统组织结构的，所以静态为主的指挥关系必然让位于动态调整的指挥关系（例如，指挥官做一些设定，如限定“合作半径”，指挥关系就随着资源自然而然产生了）。

动态绑定是整个集群指控运作的核心，集群作为复杂的多任务系统，被分解成大量低成本的模块，模块单元即插即用，且便于扩展和伸缩，可以更换模块，而不影响其他模块，这使得对于它的绑定更加轻松。动态绑定带来了一个越来越简化的指控过程。它们通过不断的分解和联系，加强了组织功能，又经过精心的配合和协调，找到完成任务的最佳方式，以此达成卓越的协调性、智能和速度。

### 3. 行动自由机制

智能时代，参与作战的士兵数量大大减少，机器人和无人装备越来越多，从有人直接操作的低端，到拥有高度进化能力的高端机器人，根据行动的自主程度不同，分为：

（1）弱自主。人可以直接控制操作机器人，也可在任何时候干预机器人。人类指挥员负责关键决策，判断什么时候进行战斗，如何进行战斗。

（2）半自主。由人监督而不是控制机器人。人可以对任务设置优先次序，给出一定规则约束，之后由机器人决定如何行动，该过程中人监控并给出反馈信息。

（3）强自主。人仅给出对任务的基本要求，完全交给机器人来完成任务。机器人可以自行学习，自主判断，自主行动，能从变化的环境中，找到合理的路径，来“一丝不苟”“不折不扣”地完成作战任务。无须太多干涉，人甚至可以不必参与到战斗中。

一些人担心机器人伤害人类，及后续带来的伦理问题和外交灾难，觉得机器人由人掌控，才能放心。所以经常性地下达干预行动指令，唯恐机器人越规。但是这并不是解决问题的好办法。人类同时控制多样的装置是很困难的事，实验发现每次控制两架无人机时，操作员的表现会大不如仅操作一架无人机。另外，如果在命令的传递过程中，受到了干扰怎么办，像美国无人机在利比亚和中东被诱捕，不就是因为它接受了错误的指令吗？

另外，在认知域的争夺越来越激烈的情形下，人类对于以假示真、反复变换的态势，反应速度都不够快。在时间紧急、压力较大的情况下，心理意志容易崩溃，在只有几秒做决定的时候，指挥员也许比机器更容易误判。当今很多指挥员信任智能代理，往往求助智能代理做决策，甚至让位给判断力更快、也更准的人工智能，他们确拥有否决权，但他们也不愿意使用这项权力。

上述种种说明问题从“机器能不能自主”已发展成“人是否还有必要

待在决策圈内”。智能时代高度智能的单元，具有部分或彻底地不受外界干预而自行工作的能力，应当对自己的行为和内部状态赋有指挥权。人可以作为机器的指挥员，但受自身能力、精力的限制，不可能分分秒秒、时时刻刻去指挥机器完成动作。自主行动控制将越来越多地被采用。机器不必等人的命令，就能在没有人干预的情况下，完成独立自主的行动及人机之间的协同。美国军事理论家彼得·沃伦辛格说“5000年来战争一直是人类的独角戏，而现在，这个局面已经结束了”。机器应当被赋予行动自由。

行动自由依赖于智能，随着机器智能越来越独立和成熟，机器能得到更多的自主性，需要的干预就越少，机器越来越接近行动自由，同时，人类离决策圈也就越来越远。甚至可能全机器人自主交战，也就没人类战士什么事啦。

## 7.7 任务共同体建设的现实操作

任务共同体是我们对于智能时代组织的理想，理想虽好，仍需脚踏实地，由近及远，一步一步来。就像共产主义离不开社会主义这个初级阶段一样，任务共同体既要有长远的规划去实现美好理想，在当前也需要一些现实操作来解决当前问题。

### 1. 长远看建设共同观念，短期看加强监管控制

人工智能能产生巨大的潜在利益，将会越来越广泛地应用于军事领域。武器随智能水平提高，一旦其目标和人类的目标不一致，带来的破坏会让我们瞠目结舌。所以从长远看，任务共同体力图建立共同观念，使机器人能够采纳、学习并遵守其服务的人类社会所秉承的价值和规范，并将人工道德（Artificial Morality）写入其智能系统。但是短期看，要避免伦理

风险，仍要加强人对机器的控制，在高层确定任务的环节，乃至开火指令下达的环节仍要有人来控制，直至机器人培养出与人一致的利益和观念。目前，联合国已经建议对作为武器使用的人工智能技术进行更严格的监管。

## 2. 长远看加强文化建设，短期看发挥纪律作用

任务共同体组织中成员的行事规范，是军事价值观、军事伦理、信念、责任义务等精神要素的总和，它要靠培育创新、无私协作、沟通的军事文化，熏陶产生成员的自觉意识，努力创造形成成员普遍认可和遵循的价值观、团体意识、行为规范和思维方式，并通过训练和经验的交流使军事决策人员的认知活动相似。军事文化强调的是做什么是有意义的，尽管不是具有硬约束力的细致条文，一旦形成，就会对任何作战人员产生一种柔性的作用力。

任务共同体军事文化不是一朝一夕就形成的，在当前阶段，组织仍要依靠纪律的硬性约束力，树立条条框框，为组织提供必要的保证。条令、规则、纪律与文化不同，它是硬性作用力，强调的是什么是不能做的。任务共同体执行的是军事任务，不可能完全抛弃纪律，只不过会慢慢地将关注重点从纪律转向文化。

## 3. 长远看加强颠覆创新，短期看逐步积累

从长远看，任务共同体建立适应性组织，以适应智能时代多样化的任务，应对环境的迅速变化，在困难和险恶的条件下生存下来，从多方面看，都是对现有组织结构的颠覆式创新。但组织变化带来的代价巨大，作为过渡阶段，合理的建议是从等级森严的传统组织模式进化到任务共同体组织模式，可以对战术级联合部队做尝试，从内部衍生出“任务”式指挥机构。

任务共同体提倡“不约而同”的自由，与现在基于命令的行动相比也是颠覆性的，但同样离不开较长时间的教育和培训，通过大量训练、演习和实验，形成组织的条令、规则，提高“默契性”和“信任”，提高自主行动能力和自主协同能力。

机制发挥作用有一定的条件，离不开技术的支撑，技术加强和重塑了指挥控制内容。在科学技术蓬勃发展的领域，不可能的事情正成为可能，在后面几章，我们着重结合时代，探讨技术对未来组织机制的支撑，进一步提出任务共同体的技术解决方案，开发出相应的技术，包括：

（1）为共同观念形成提出了基于本体云影模型的任务共同体认知形成框架，提供了复杂任务的定义和理解方法，支撑以“共同观念”来组织联系实体。

（2）为动态绑定提出了基于超网络技术的任务共同体资源优化框架，来构建生成自适应指挥链，提供资源优化的逻辑和方法。

（3）为行动自由提出了基于涌现技术的任务共同体行动控制框架，提供了行动的抽象和运作方法，支撑以“行动自由”来产生自协同行动序列。



# 8

## 第 8 章

# 任务共同体认知形成框架

- 8.1 初始源动力
- 8.2 隐性权力
- 8.3 认识上升之路
- 8.4 新知识观的理解
- 8.5 本体云影模型
- 8.6 认知形成过程
- 8.7 知识服务架构

## 8.1 初始源动力

权力是推动组织这部机器运转的动力能源系统。权力既包括显性赋予的权力，也包括隐性获得的权力。

显性赋予的权力是受准则约束的权力，通过法定权、分权和授权等权力分配的准则，就使得管理者具有一定的显性权力。“金字塔”式传统指挥控制，基础就是显性的权力，在这种权力架构下，位置和军阶等级有着无可置疑的权威性。“令由上出”，上级的命令在任何时候都不能讨论，下级的创造性至多只限于如何把命令执行得更好。为获取一致的行动，指挥官依赖自己的认识来“断”，下级只能“无条件地服从”。这种个体决策往往因为指挥员认知存在盲点，产生决策误区，导致作战失利。比如秦末，独裁的项羽孤僻己见、一意孤行，最终输掉了战争。

因此，德国出名的军事家毛奇指出：“在大多数情况下，军队指导者需要顾问”“一支军队组建司令部是十分重要的”。在经历第一次世界大战之后，大多数国家都意识到，为了避免决策盲区带来的风险，建立指挥参谋机关是多么的重要。现在军队参谋机关，由不同任务分工、不同专业背景、不同专业角色的参谋参与共同制定决策并组织实施，指挥员能够借助于组织力量，发挥指挥的功效。但由于权力顶端一锤定音，不一致被视为杂音。在这样的文化下，“服从上级”的观念被各种方式灌输到每一名军人的思想和行为当中，参谋表现出极端的模仿和合群现象，产生如美国社会心理学家费斯廷格所称的“羊群效应”。“楚王爱细腰，宫女多饿死”，

决策依然带有强烈的个人特性标记，集体决策退化为核心人物的个人决策，仍然难以避免决策盲区。

进入信息化时代，阶层式的组织结构渐渐变平了，根深蒂固的等级观念基础动摇了。信息时代的军队由网络联系，上下级都是接入网络的节点，不用管背后究竟是人还是机器，指挥员角色那种权威感正从仪式、礼节、传统上悄悄地在改变……，传统指挥控制受到新情况的挑战。

现代战争，即使一场小小的战斗，都可能涉及不同的军、兵种部队之间的联合，不同系统平台的对接，各种新型力量的使用，指挥决策所面临的问题一点不比以前指挥大兵团作战少，且问题越来越复杂，所需知识越来越广博，单凭指挥员零散的知识储备难以胜任决策的复杂，指挥机关按简单的专业分工也难以摆脱知识资源的困境。由于涉及的领域过于专业化，需要深度的技术支持，大量专业性很强的工程师被吸收到军队中，甚至顶级科学家，也会在战时作为“知识战士”支援。他们不属于固定的编制机构，但在专门领域当中，却比指挥员更了解情况，更知道如何使用新型装备。可是在不便于知识共享协作的传统权力结构下，他们没有充分的话语权，发挥不了作用。

随着智能时代的深入，智能化程度提高，智能化武器与操作它的士兵结合，从根本上改变了指挥权的分配。试想一下，操纵数个无人平台与敌作战时，对于看似简单，内容却十分丰富的武器按钮，指挥员并不会比它的操作者（实际上叫“规划者”或“干预者”更合适）清楚究竟怎样用更好。另外，武器的自主性越来越强，越来越多的武器系统能像人类指挥员一样，担负起一种新的、更为自主的决策和职能，比如自行地确定打击目标、行动方法；甚至有些智能作战单元能对知识直接运用和创新，产生谋略。这样的武器，还能采取像对待“执行工具”那样硬性的管理吗？

## 8.2 隐性权力

智能时代，实体处在一个开放的网络环境，网络时代散乱的力量抵消了授权的显性权力，智能水平高，自主意识强的作战单元将获得极大的行动自由度。简单的“命令—执行”关系被打破，指挥员的决策权会越来越分散和下移，权力结构由垂直变为平行，大大削弱了对显性权力结构的依附，权力也从台前走到网后，转向了隐性权力结构。隐性的权力成为藏在袖子里的手，默默地推动新型组织的形成。

在制度之外，没有被承认，但产生影响的权力称为隐性权力。隐性权力很难界定其影响范围及运用方式，但它影响指令的执行效率。

关于隐性权力的来源，一种是社会认同的观点，科学管理之父费雷德里克·温斯洛·泰勒认为社会关系影响群组成员获得权力，权力来自社会关系里人的能力、知识、品德、环境适应能力、面对冲突的容忍能力等在群体中形成的威望。成员在网络中的重要性不仅在于自身的能力属性，而且在于网络中的其他节点不相信他们的能力。像那些个人能力和知识都能让下属信任的指挥员，应当成为权力拥有者。

还有一种交换的观点，其代表人物霍曼斯认为“权力的差异化过程伴随参与者之间的一系列资源交换完成，资源交换导致组织间的权力和依赖关系”。作战中，物质、能量、信息都是可交换的资源，掌握资源的人就会拥有相当的权势。高层的指挥员，往往能够掌握到更多、更好的资源，因此他们也自然而然成为权力的中央。

任务共同体是以完成任务为牵引形成的组织，从社会认同观点来看，完成任务时，个体之间相互需要，并且通过完成任务来增强自己在组织中

的地位；而如果他们表现不佳，其他关节点则会把它任务给接受过来。从资源交换的观点看，信息、知识资源对于正确决策而言是最重要的资源，各种围绕信息和知识的互动关系，比如信息共享、相互学习、技术转移，都产生了资源依赖。

图 8-1 显示了任务共同体的权力之源。权力可以当成组织成员对其他成员的资源依赖来审视。在智能时代，任务共同体根据智能水平和信息质量确定谁最有指挥权，权力体现了它的信息、知识资源掌握水平，权威是在决策过程中表现出来能力强的实体。权威和成员在组织中是平等关系，而非上下级关系，指挥关系随着时空的变化、背景的变化，是不断在变化的，可能此时此地的指挥者，成为彼时彼事的被指挥者。当成员认为组织拟达成的目标与其所处形势不符，或者组织没有为他提供足以达成目标的资源时，它有权挑战和质疑任务的可行性，并依赖互动关系去寻求协助并协调。某种意义上，没有一个个体人是最权威的，唯有交流沟通后形成的具有“共同观念”的人是最大的权威。

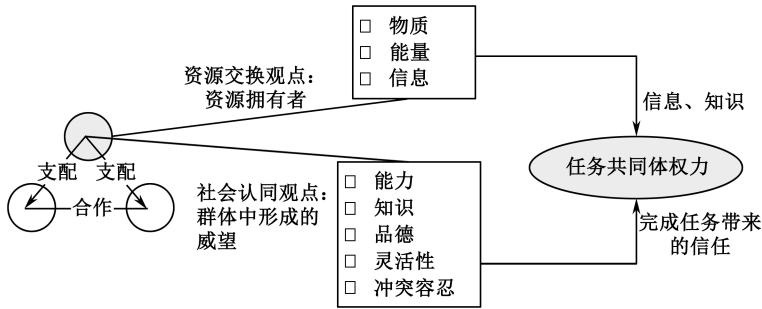


图 8-1 任务共同体权力之源

## 8.3 认识上升之路

如何形成“共同观念”就成了任务共同体权力生成中的关键核心问题。“观念”形成是一个信息接受和处理的过程，也是围绕作战的认识形成过程。

当今，信息获取已经不成问题，但获取的信息更多地停留在语法层面上，对信息的深层次含义挖掘不多。智能时代在信息处理上更深入、更全面，大数据、人工智能等技术推进我们深入把握信息和充分利用信息。如图 8-2 所示，观念形成过程包含了三条认识上升之路，这种提升就是要从信息时代“我们搜集了哪些信息，有多少信息”转化到智能时代“我们理解了多少信息，有多少有用信息”。

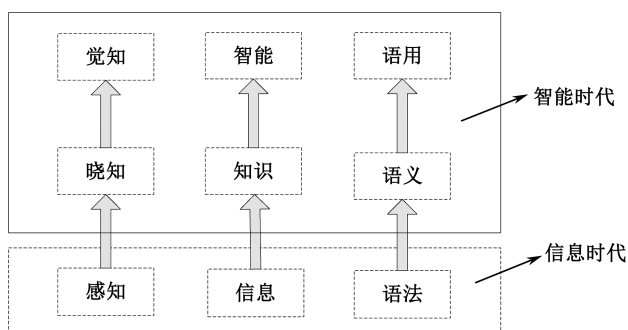


图 8-2 认识上升之路

### 1) “数据、信息、知识”的上升之路

从数据到信息到知识，是个层层递进的阶梯，在这条上升之路中，数据解决了“有什么”的问题，信息解决了“想从数据中得到什么”的问题，

知识解决了“知道什么，以及如何根据它行动”的问题。

### 2) “语法—语义—语用”的上升之路

在信息科学理论的“全信息”概念中，信息分为语法、语义和语用。

(1) 语法是信息的载体。比如通信系统中传递文档的语言结构形式。

(2) 语义是信息的意义。比如加密电报中，收发双方才知道的语言文字含义。

(3) 语用体现信息的功能。比如作战命令，可以作为语用功能的负载者，以便根据条件，展开相应的行动。

### 3) “感知—晓知—觉知”的上升之路

感知是由感觉器官感觉事物，并产生语法层面信息的过程。战场上，各类侦察设备和传感器侦察感知战场上的各类目标、环境，成为包含语义信息的有用情报。

晓知是人对感觉信息分析判断，去伪存真，加以组织和解释，形成结构化知识的过程。晓知是感知和觉知的一个中间环节，获得对过去和现在态势的整体认识，得到事物整体在人脑中的反映。通过晓知方能觉知，知识越丰富，对事物的理解越深刻。

觉知是人发挥主观能动性，进一步对信息进行推理、预测，以领会、了解、懂得的思维过程。觉知是通晓、明白的意思，通过觉知把握战局，就能了解当前态势是什么及行动怎样影响态势，知道事情的来龙去脉、发生发展，预测未来的发展模式。

“观念的形成”遵循同一条认知上升之路，在这样的认知过程下，人们自然而然地形成了立场、观点，“初始时对任务的认识犹如一张白纸，随着信息的增多，一笔一划的墨迹渐渐落到纸上，一个任务的轮廓就显现出来，对任务的观念和立场，就渐渐的形成了。”

## 8.4 新知识观的理解

任务共同体中各个个体的认知之路是不规则的，在信息时代的战争中，借助于网络支撑，个体对信息进行收集、整理、存储、共享。个体由于信息采集手段不同，其获取的信息各异，也因为各自观察角度不同，感受体验不同，会产生理解和认识的差异。形成的个人经验、掌握的个人知识不尽相同，其特征是“忽高忽低”，一旦放到组织中，大多时候并不合拍。

传统指挥控制强调服从，与权威不一致的观点会认为是杂音，简单地加以摒除。从知识的观点来看，这是一种传统的知识观视角。传统的知识观起源于工业时代，它强调知识的绝对客观性，在这种观点下，知识应当是一致的、完全的，个人经验由于存在成见、偏见、障见，是算不上知识的，而经过科学的推导和理论的演绎成为规律后的知识，就不能怀疑其客观、真实性。这种知识观强调知识绝对不可错，不认为知识具有反复性，大大忽视和贬抑了个人经验的价值，受未来世界不确定性和复杂性的困扰，对于那些新涌现的、未曾尝试的军事任务，军人选择相信“正确却无用”的绝对规律，这使知识丧失了最为重要的预测能力和适应能力；而根据权威进行观念的取舍，更是将个体的兴趣、信仰、意志乃至本能欲望进行忽视和抑制。个体的认识连知识都算不上，更谈不上尊重个体的知识和价值，既然无视“个识”何谈“形成共识”。在这种传统知识观下，不同人之间达成“明确的共识”是一种奢望。

20 世纪以来，人们对知识的绝对客观性提出了批评和质疑，在对传统知识观质疑并揭示其内在缺陷的同时，也提出了新的知识观。新知识观强调创造、重视知识变化、重视知识群体、重视长期利益等诸多特质，给我



们理解“共同观念”的形成打开一扇窗。

(1) 个体观念是有价值的。在新知识观的观点中,知识不应看作对绝对现实的认识,知识是跟上下文相关的。知识依赖语境,知识有不完全性、时间局限性、空间局限性、存取局限性、质量局限性、形式局限性,它取决于一个人所处时代的物质条件、精神风貌和知识水平。

个体受知识基础、智力结构、逻辑思维、经验、训练水平、价值观及个人能力(智力、个人风格、知觉能力、品质修养等)的制约,在文化、价值观、观点的认同、信息沟通等方面存在诸多差异。主体认识受主观过滤,导致对于同一问题具有不同的视角,也就有很多不同的认识事物的方式。个体认识不一定是一致的。个体存在的这种认识差异,不能归咎于掌握信息不同及内部信息缺乏交流,问题出在信息的理解上,认识是由个体基于自己的经验背景而建构生成的,由于旧时环境、心理需求、动机假定、压力影响了个体的认识过程,使得个体的认识与客观存在的事物本体会有一些差距。独立个体考察事物的某个片面,其“仁者见仁,智者见智”带来的是不一致的观点。但不同的观点不应当是认识和决策的障碍,而应当是形成共识的基础和孕育创造性生命力的机会。

(2) 群体认知建立在个体认知的基础上。如图8-3所示,在任务共同体中,两个或两个以上个体不断交互,交互过程是一个思维碰撞的过程,也是一个互动交流的过程,更是作战单元学习战争的过程。“共享感知”将不同类型的战场态势融合,构成真实度更高、分辨率更高、时效性更好的战场通用态势,实现对战场全方位、立体化、复合型透视;“共享知晓”来通过共享态势在信息域进行信息交流与沟通,建立对态势相似的理解;“共享觉知”,经由群体交互中形成基于共识的意图、决策、计划和控制,形成符合战场态势的任务和规划。这样形成的共同观念不是单纯的观念累加或是取舍,而是个体认知的综合和涌现,所以不容易像传统权威机制那样产生“以偏概全”的局面。

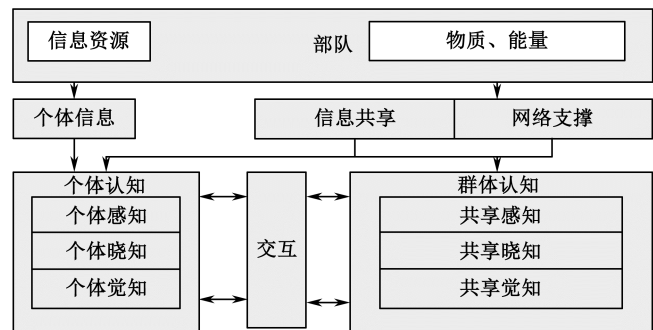


图 8-3 群体认识形成的过程

（3）群体认知形成过程是一个螺旋上升的过程。新知识观把知识解构放到知识建构同样的高度。传统知识观不认为知识具有反复性，它只关注本体的建构过程，却没有把解构放到同样的高度，其实在现实世界中，认识过程往往伴随着否定。

一项新知识的产生，有时是对旧的认知框架的根本性的颠覆。科学史上有很多这样的例子，比如历史事件的推理，仅仅因为假设发生的年代发生了变化，就推出了完全不同的结论。对作战的理解和认识也是在不断坍塌、重建的过程中发展，在不断否定的基础上获得进步，完全不必拘泥于已有的知识框架，而要重视解构，独辟蹊径，才能更好地应对多样化的任务。

群体共识对应的知识体系结构存在很大的不确定性，要想成为群体共识，要求“其意识到不确定性的存在；对问题的回答是有条件的，它的解释不是唯一的；愿意根据证据修正理论和接受经验的检验；超越社会立场，保持中立的态度，积极寻求逻辑上的一致性和连贯性”（劳伦斯·纽曼，2007）。列宁说过“任何规律都是狭隘的、不完全的、近似的”，这是说人们认识有一定的局限的。“我们得到的是解决一定时期的发展变化的方法。任何一次解答都不可能是一劳永逸的。它只能管一定时期，只能做比较短期的预测，过了一定时期，要做新的调整”。

群体共识不是一蹴而就的建立过程，而是一个不断深化、不断发展、前后联系、前进发展的螺旋形的进化过程，是一个循环、迭代、动态、深化的知识建构过程，“这种前进是这样规定自身的，即它从单纯的规定性开始，而后继的总是愈加丰富和愈加具体。因为结果包含它的开端，而开端的过程以新的规定性丰富了结果。”所以，这种前进的发展路线不是一条直线，而是一条曲线，在整个发展过程中，构成了一个由简单到复杂，由低级到高级螺旋上升的“大圆圈”。最后形成稳定的规律结构。

## 8.5 本体云影模型

在传统知识观中，面对复杂性的动态环境，为了分享和利用知识，必须产生对知识客观的、一致的表达，从而消除知识所有主观方面和相关上下文方面。这在很大程度上体现不了知识的丰富想象力。新的知识观对知识有新的模型需求，我们提出本体云影模型就是基于新知识观的模型。

这里提到的“本体”，是一个值得关注的概念，它最初起源于哲学领域，它在哲学中的定义为“对世界上客观存在物的系统地描述，即存在论”，是客观存在的一个系统的解释或说明，关心的是客观现实的抽象本质。

在智能领域，最早给出本体定义的是 Neches 等人，他们将本体定义为“给出构成相关领域词汇的基本术语和关系，以及利用这些术语和关系构成的规定这些词汇外延的规则的定义”。后来越来越多的人研究本体，并给出了许多不同的定义。其中最著名并被引用得最为广泛的定义是由 Gruber 提出的“本体是概念化的明确的规范说明”。和 Guarino 提出的“本体是概念化的明确的部分的说明（一种逻辑语言的模）”。尽管定义略有不同，但是从内涵上来看，不同研究者对于本体的认识是统一的，都把本体当作领域内部不同主体（人、机器、软件系统等）之间进行交流（对话、

互操作、共享等)的一种语义基础,即由本体提供一种明确定义的共识。上面一些定义认为本体中体现的是共同认可的知识,反映的是相关领域中公认的概念集,但在应用于更大的范围时,我们会面对很多来自各处的本体,他们只能是个人或部分人的观点,不是公认的概念集,异构环境的智能体通信研究语义异构即本体异构问题,注重它们之间协商和映射,认为存在典型的和例外的本体之说。

在我们将要介绍的本体云影模型中,以本体概念为抓手,把本体作为语义层面信息共享和交换的基础,包括了本体云、个体本体、本体集合、公共本体等概念;如图 8-4 所示,公共本体基本上相当于明确的知识,个体本体则是个人理解的知识,本体集合包括了公共本体和个体本体,本体云就是关于本体相互关系的一种外观描述。上下文将云(本体云)投影到影(个体本体),影可有千变,影是伴随着云的。由于影落入人眼,构成了个人的认识,是在一定上下文作用下的知识。个人在一定程度上的共识决定了人们会认为那就是公认的知识(公共本体)。这就是之所以取名云影模型的由来。

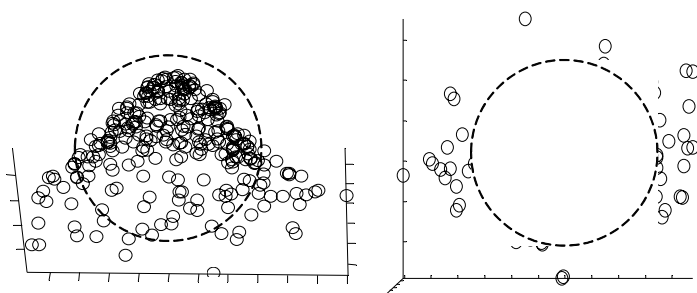


图 8-4 本体云的示意图

图 8-5 是本体云的示意图,通过此图,我们看到知识的这种统计特性,就好像是蓝天中的一朵白云,远看时有着明显的形状,近看时又无确定的边沿,云常常是飘忽不定的,可以整体移动。云由许许多多云滴组成,某一个云滴也许是无足轻重的,但云的整体形状反映了宇宙中事物或人类知

识中概念的两种不确定性：模糊性（边界的亦此亦彼性）和随机性（发生的概率）。本体云的一些参数代表了信息共享程度、节点对于信息理解一致性等含义。

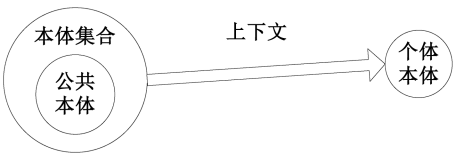


图 8-5 公共本体到个体本体的映射

个体本体在对此领域达成共同观念（公共本体）的基础上，对多样化进行描述，从而保持歧义，反映本体的上下文相关性。

本体云理论也包含“聚焦”与“收敛”的思想，本体云影模型中，本体云是很多个体本体的汇聚，相当于来自不同领域知识资源的合集，聚集这些资源，能满足关于世界观和方法论等哲理性和综合性的知识需求（服务于战略战役决策人员、军事思想专家、军事理论家）；又满足对决策问题相关的专业业务知识需求（服务于战术指挥人员、作战人员）；还满足该决策群体所制定的决策有关的外围知识（服务于武器系统的支持专家、人工智能辅助决策工具）。决策时，运用他们智慧的“收敛”——本体云做决策，“三个臭皮匠，顶个诸葛亮”，往往掌握更全面的汇总信息，更充分的经验汇聚，能够抛离人的个性、心理因素的影响，将感性的认识转化到理性的层面，理所当然比代表个人经验的个体本体更可靠。

8.6 认知形成过程

基于新知识观的本体云影模型充分考虑了知识的性质，完成对知识的表达、对知识粒度的区分、对知识结构和知识的分层，提供了让知识以合

适的语义方式表示、存储、共享和维持的基础。我们借助个体本体和本体云的形成过程来分别描述个体认知和群体认知的形成过程。

组织每个成员具有不同的知识本体，会拥有仅为自己认可的概念、术语和观点。当重要的概念、术语和观点从一个环境转移到另一个环境中时，会丧失它们在原来环境中的一些意义。因此，如果成员之间语言环境不相适应，就只有让它们相互交互，在交互中相互适应。

本体云影模型具有一套独特的通过交互、适应生成知识结构的路径。如图 8-6 所示，包含以下阶段：

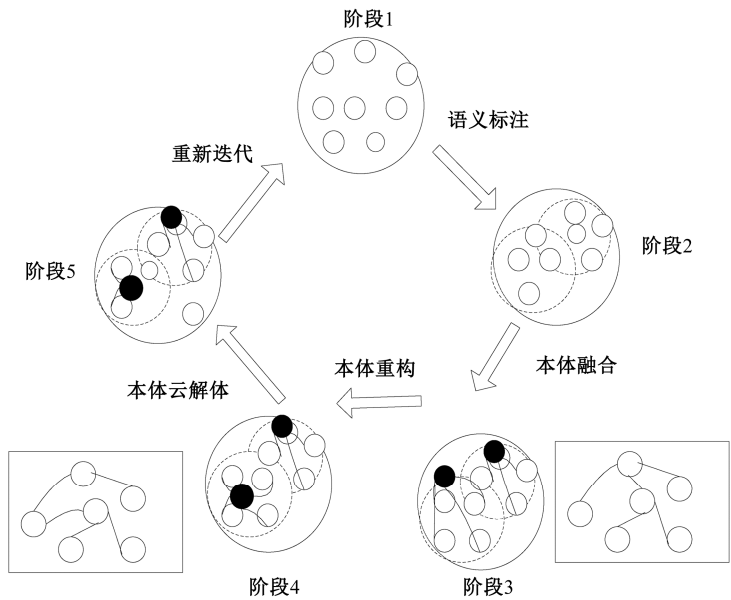


图 8-6 本体进化进程示意图

1) 阶段 1

由来自不同领域知识实体的个体观念生成个体本体，这些个体本体属于混沌状态，在组织中杂乱无序地共存。

2) 阶段 2

同领域内具有相似性的个体本体聚合成本体云，本体云在知识空间内

登记。个体本体可以选择加入或离开本体云，本体云对外表现时，可以以公共本体代替个体本体。

### 3) 阶段 3

群与群之间可以进行本体融合，包括本体连接和本体整合，这样，本体云会出现巨大化的趋势。

(1) 同领域本体云融合。在人的意识活动中，思维的推进是与概念的转移和提升相联系的。转移和提升的跨度和路径也是多样的，在发现空间的某个抽象层次上，通过概念提升，就能增加观察距离，发现更普遍的知识。反过来，缩短观察距离，用细粒度观察和分析信息，能发现纷繁复杂的表象，更准确地区分差别。

将聚类方法用于相似个体本体的集合，从而产生一个包含公共本体的本体云。在低层次的公共本体是高层次本体云的个体本体，如此反复地使用聚类方法，我们最后可以获得最高层的本体云（一个全局的本体云）。层次结构中越往底层，对领域知识的表达越具体；反之，越抽象。

(2) 不同领域本体云连接。通过本体合并算法，将来自不同领域的小本体连接成大的本体。使得局部本体跟其他本体可比，它们从一个全局共享的本体构造，这个全局本体包括领域基本的词汇，被局部本体连接起来提供复杂的语义。

### 4) 阶段 4

本体自身的内容在不断改变，其结构也随之变化。本体云会重新生成、重新组合，并且此过程不断持续。

### 5) 阶段 5

当以群体面对更大的目标和任务时，本体云表现出观点的一致性，当本体内部不一致性指标超过一定程度时，本体云发生解体，会分成若干小知识粒度的本体云，生成的本体云的不一致性在阈值之内。

### 6) 返回阶段 1

在上下文发生根本性改变的时候，某领域甚至全部的本体会根据上下

文，等待重构知识结构。

在这个过程中，知识解构跟知识建构一样重要。当本体云模型概念提升时，它会不断地吸收、试图容纳其他本体云，以求共同解决问题。当关注本体云内部个体时，鼓励它们内部争鸣，百花齐放，分散的个体本体作为聚集的群体，产生层次的提升，这个过程中可能产生混淆、多选、悖论，最终导致了本体云的分裂、崩塌、瓦解。可能仅仅一个观念的变化，就导致不断地产生正向的推动力，从而导致本体云瓦解。

在组织形成的初步阶段，基本上观点是发散的、无序的，随着交流的展开，知识逐渐构建，并产生知识的结构。共同体成员间在信息交流和信息关联时，产生了相似观点的集聚倾向，当它们进入相似的场景，了解到不同侧面后，它们只会越来越没有立场。这种认识形成过程是隐性知识显性化，不明确知识明确化的过程，也是群决策产生中无序到有序，分歧到共识的过程。如图 8-7 所示，这个过程包括社会化、外化、组合化、内化四步。在转化中，知识得到丰富、扩展、增值。

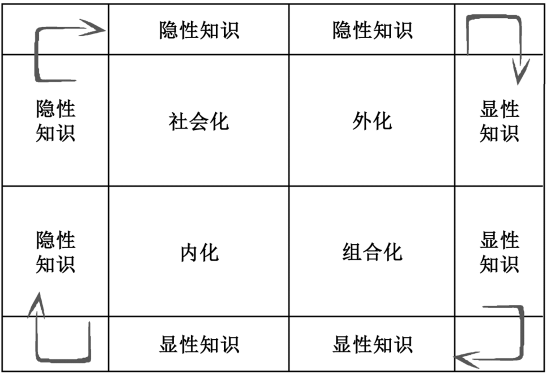


图 8-7 知识转化的过程

(1) 社会化（从隐性知识到显性知识的转化，也称潜移默化）。对于新涌现未曾尝试的任务，作为概念形成的原始想法可能产生于人的意识行为或在一次与他人的讨论交流中，是相对模糊的、不确定的。我们可以通



过互相展示而不是通过对话互相教会关于主体的内容，是一个分享经验的过程。

(2) 外化（从隐性知识到显性知识的转化，也称外部明示）。把经验、直觉和想象透过隐喻、模拟、观念、假设或模式表达出来，对其进行记录、规范，形成可以衡量、控制、过程化的显性知识，进而指导实践活动。知识外化的过程是产生本体云（个人本体、公共本体、群本体）的过程。个人不言而喻的知识经转化成为个人的本体，本体云对应于明确的知识。

(3) 组合化（从显性知识到显性知识的转化，也称汇总组合）。通过分类、增加和结合来重新组合既有的信息，将既有知识加以分类以产生新的知识，最终形成系统化的概念体系。组合的过程对应于本体云融合的过程，群本体的产生就有赖于组合的不断进行。

(4) 内化（从显性知识到隐性知识的转化，也称内部升华）。理论反复植入我军的日常训练、作战，成为一种自发自觉的经验性行为，这是知识内化的过程。完成任务时，本体云往往以个体本体出现，知识内化是通过个体本体所表达的不言而喻的知识来解决特定的问题。

## 8.7 知识服务架构

随着网络成为信息传递依赖的物理媒介，组织成员不管物理位置如何，都可以根据权限接入网络，网络上任何一点，都可以成为信息拥有者，也可以成为信息使用者。未来的指挥所不再是个场所，而是一个协作环境，在任务执行过程中如果彼此缺少必要的交互会导致完成任务能力下降，而过于频繁也会因为信息泛滥拿不定主意而导致决策速度下降。构建一个合适的信息协作技术环境非常重要。

本体云影模型提供了知识描述、建模、管理的技术途径和方法。我们

用云影模型构建基于本体云影模型的知识管理框架（Cloud Based Knowledge Manage Framework, CBKMF）。网络上每一个实体是各自知识资源拥有实体，不仅拥有信息，还具有信息加工、处理的能力，能够将信息转化为知识。它们既是知识提供者，又是知识获取者。单一实体可以同时从多个其他实体检索和获得本体知识，也可以同时向多个其他实体提供本体，实体之间可以组成一个网络。

云影模型的每个个体本体对应一个本体智能体（Ontology Agent, OA），本体云中群本体对应一个群本体智能体（Group Agent, GA）。这样就将任务共同体组织跟代表知识结构的本体云建立联系。本体云中，我们定义了本体登记、本体通知、本体联盟、本体查询、本体融合、本体分形等操作。CBKMF 不局限于知识服务的发现，知识服务的发布，提供了知识层次的交互、管理、发现、进化的语言和动作——本体登记，本体加入和离开，本体通知，本体查询，本体融合，本体分形。这些操作跟本体云影模型的结构相联系，使用了本体云影模型的定义和操作。使用云影模型的方法，能提供丰富的知识服务功能。另外云影模型的操作都有相应的详细的算法，可以提高知识服务的自动化能力。

未来学家凯文凯利提出，人类未来的目标，是将智力作为像电力一样输出的服务。本体云影模型以云计算为技术手段，云计算是基于互联网的相关服务的增加、使用和交付模式，通常涉及通过互联网来提供动态易扩展，而且经常是虚拟化的资源。本体云影和云计算都使用了“云”进行了隐喻。本体云影模型的云，说的是知识的模糊性，像云一样。云计算的云，说的是网络、互联网像云一样。

如图 8-8 是基于本体云影模型的知识管理框架。将本体透明地运行在分布式云架构的平台上，支持知识本体的充分共享与按需调度，提供可随时快速获取的、统一透明的、安全可靠的知識服务。云计算遵循“不为我所有，但为我所用”的分享理念，把物理资源转变为逻辑上可以管理的资源，跨越固有组织结构的约束，将资源进行良好的分类和组织，整合在一

起，作为一个虚拟的资源池对外提供服务。上层看到的是一致性强、可获取的资源，从而打破了物理结构之间的壁垒。

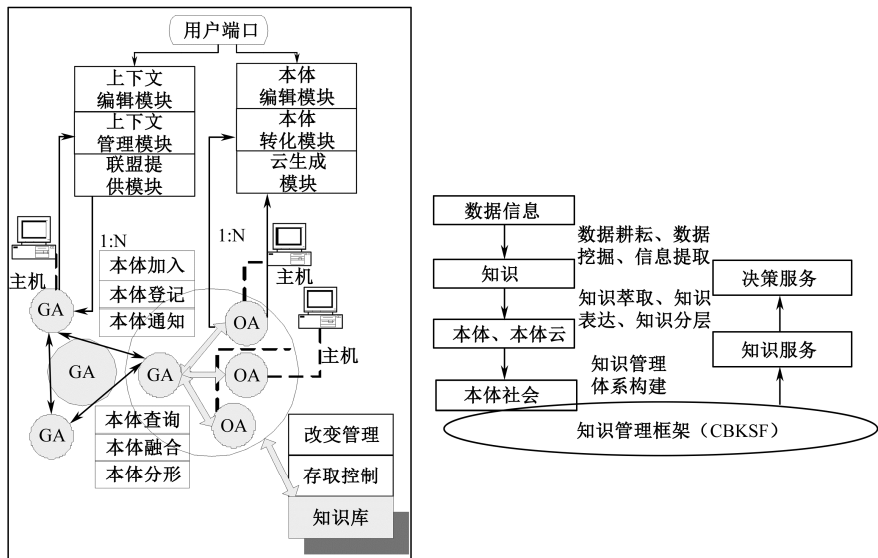


图 8-8 基于云影模型的知识管理框架（CBKMF）及服务流程

基于本体云影模型的知识管理框架完成下述工作：

（1）个体本体在实现任务的过程中付出各自的智慧与能力，通过数据耕耘、数据挖掘、信息提取等手段处理数据信息形成知识。很多知识是不能以明确定义和精确的数学方法描述的非结构性知识，反映人的经验和直觉，利用本体云影来对知识建模。

（2）为促进信息的流动性和高度非线性，来自不同组织的知识需要通过平台进行知识交互和共享，知识资源实体充分进行人—人研讨，人—机互学，在不断地知识交换中，形成以知识水平、智能水平为核心的隐性权力，牵引任务共同体进行决策。这时知识管理框架的管理工作，包括知识的一致处理、知识的存异处理、知识的粒度维护、知识的传播、知识的进化等诸多方面。

(3) 为了便于知识的转移和吸收, Dvenpor 和 Prusak 指出知识移转包括两大行动, 一为传达(传送或是呈递)知识给潜在的接受者, 二为由接受者加以吸收。如果知识未经接受者吸收, 就不算是真的移转成功, 成功的知识转移=传达+吸收。提供知识给知识接受者, 这些共同完成了知识的第一个步骤, 即知识的转移。接着, 知识接受者根据相关上下文映射到个体本体, 运用个体本体提供多样化的知识, 获得智能并辅助决策, 提高决策质量, 这就完成了第二个步骤: 知识的吸收。

基于本体云影模型进行决策, 有如下特点:

(1) 决策具有科学性。任务共同体围绕任务完成的基本目标, 提倡“不为我所有, 但为我所用”的分享文化, 倾向于在动态变化的组织成员之间进行资源共享和协同解决问题。能控制和运用整体的“知识资源”, 汇聚知识, 形成更多的备选方案, 提供更完整的信息, 使形成完成任务的知识结构尽可能趋于完美, 以知识服务去最大限度地满足任务对知识的需求。

(2) 决策更具有合法性。任务共同体为了共同的任务目标而进行合作, 以解决问题的决策结构为牵引, 避免了传统权力组织对不同意见的忽视, 避免了独裁和武断现象, 鼓励群体发挥每个人的主观能动性, 使决策者能克服消极的心理影响, 无保留地发表自己的意见; 避免了见风使舵, 或不敢反映情况的发生。提供了一个更好的民主集中的组织环境, 使决策具有合法性。

(3) 决策具有创新性。任务共同体在开放、动态环境下实现灵活的、可信的、协同的、深层次的知识共享和利用, 不受时间与空间的限制, 对知识进行汇聚和整理, 集思广益, 激发决策者思路, 产生新创新。

总之, 作为一种理想, 任务共同体要做到人与计算机之间形成密切的同伴关系, 认知上的合作是前提。只有形成了共同观念, 才能带来众志成城, 同仇敌忾的内部凝聚力。

# 9

## 第 9 章

# 任务共同体资源优化框架

- 9.1 内在结构力
- 9.2 指控关系
- 9.3 资源优化
- 9.4 超网络方法
- 9.5 描述体系网络
- 9.6 描述网络演化
- 9.7 描述演化过程

## 9.1 内在结构力

结构决定功能原理告诉我们，结构是事物的组织关系和表现形式，系统依赖结构形成某种功能。指控结构通过各种组织关系将作战资源（物质、能量、信息）链接起来，将每个指挥实体看成是点，实体之间相互联系、相互制约、相互依存的关系看成是边，整体呈现出一定的网络形态，如图 9-1 所示。

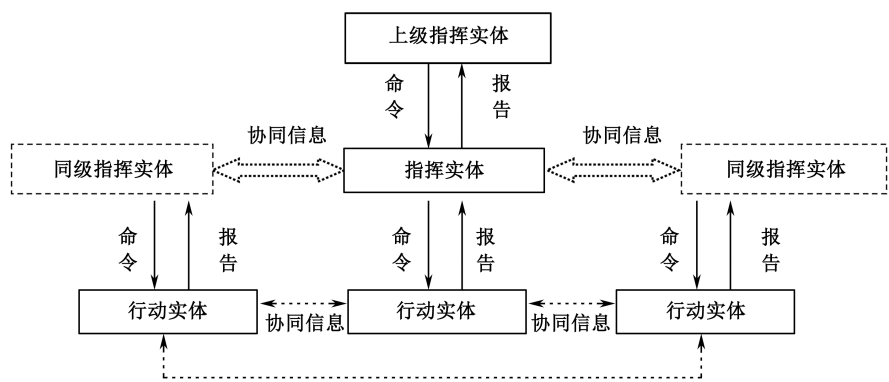


图 9-1 指控网络结构示意图

体系的战斗力不仅取决于实体的数目和实体的能力，更与这种网络结构带来的结构力密切相关。结构力不是各种能力的简单相加，而是通过结构功能作用，使战斗力获得聚合和倍增效应。传统指挥层级很深，信息流垂直流动，网络结构呈现界限分明的纵向树形。而现代指挥层级往往没那

么深，指挥信息流程水平横向，网络结构呈现界限模糊的横向网状。这就需对组织结构的要素、关系及功能进行重新认识和定位，从而使内在结构力能够充分发挥。

指控网络的结构从指挥层级、指挥跨度、信息流程、信息流性质等要素反映结构的目标、功能和性质。

### 1. 指挥层级

指挥层级指能够覆盖的指挥级别数量。比如，联指—军种作战单元—兵种作战单元—战斗实体，指挥层级是四层；联指—军种作战单元—战斗实体，指挥层级就是三级。

### 2. 指挥跨度

指挥跨度是指一个指挥主体直接指挥的单位数量。比如一个上级指挥所连接四个下级指挥所，则指挥跨度为四。跨度应当与任务需求和指挥手段的覆盖范围一致，从而支持成员内的联系。

### 3. 指挥信息流程

信息流程反映指挥信息、协同信息、武器平台控制信息等指挥信息的流向。比如：信息流向从上而下进行逐级或越级传递，或者自下而上进行逐级或越级传递。

### 4. 信息流

信息流描述各作战单元之间及内部的信息资源性质，包括信息内容、通信方式、基本流向、流动速率、信息密度、实效性。表 9-1 列出了战场上的典型信息流。

表 9-1 典型信息流内容

类型 性质	指挥信息	协同信息	情报侦察信息	预警探测信息	平台控制信息	战场通信 信息
信息内容	命令信息	态势、情报 信息	情报信息	目标信息	被攻击目标 信息	环境信息 导航信息
通信方式	无线、卫星、 光缆	无线通信、 数据链	无线通信、 卫星通信	无线通信、 数据链	无线通信、 数据链	无线通信
基本流的 模式	纵向	点对点	网状	点对点	点对点 点对多	点对多
流动速率	正常	快	正常	极快	极快	正常
信息密度	高	低	高	中	低	正常
时效性	正常	极高	正常	极高	极高	正常
信息粒度	粗、细	细	粗细	细	极细	细

9.2 指控关系

研究结构，首要是关系。关系将原本相对分散的实体连接成有机整体，是其保持结构的整体性和形成功能的内在根据。作战实体通过各种关系与其他实体发挥着作用，有了关系，各实体在作战空间内能表现出一定的网络结构，发挥出整体优势。而得不到“关系骨架”的支撑，作战实体就会沦为“孤家寡人”。

复杂适应系统的隐喻提示我们引入关系结构视角来认识。世界是一个普遍联系的整体，个体之间的相互关系是整体的基础，正是因为各种各样关系的存在，有限的个体才能塑造出无限的世界。当前诸多学术研究开始把关注的重点从实体（人与物）转移到实体之间的复杂关系上，从“关系”的角度出发研究社会问题是一种新视角。关系视角下，指控设计的重点并不是系统中实体，而是指挥关系。



关系作为反映事物及特性之间相互联系的哲学范畴,它涵盖了事物之间和事物内部诸要素之间的种种关联。指挥关系是组织、人员、装备及其相互关系的结合,用以明确各级作战指挥机构之间、指挥者与指挥对象之间,按照指挥职能规定和指挥权限划分所形成的相互关系,是编制体制和指控机制的综合体现。图 9-2 列出的是我军典型的指挥关系,包括隶属关系、配属关系、支援关系、控制关系、协调关系、指导关系。

(1) 隶属关系:在一个建制单位内,指挥员与所属部队之间的完全从属关系。只要所属部队不被配属、支援建制外部队,指挥员可根据需要运用一切指挥方法和手段对其进行指挥,并对其所有的战斗行动和事务负责,而配属、支援的部队在任务完成后依然要归隶建制单位。

(2) 配属关系:为了完成某项临时性作战任务,加强某建制部队的作战能力,从各军(兵)种建制内临时抽调部分兵力归其使用而形成的指挥关系。配属关系一旦确立,配属单位在战斗上即脱离原建制指挥员,被配属的指挥员及指挥机关应对其战斗行动实施全面指挥和保障。

(3) 支援关系:是上级指挥员为加强某建制部(分)队的作战力量,协助其完成作战任务,而使用部分兵力配合其作战所形成的一种指挥关系。此种情况下,支援部(分)队并不脱离原建制指挥关系,但被支援部(分)队有权赋予其作战任务并提出行动要求。当其支援任务与编成内任务有冲突时,需经编成内指挥员同意才可执行支援任务。

(4) 控制关系:是为了保持合同(联合)作战编成内没有隶属、配属关系的各军、兵种部(分)队作战行动的协调一致,由上级指挥员根据实际情况临时明确,或根据惯例在各单位之间建立的一种指挥关系。在一定的作战阶段中,根据作战性质、任务不同,确定以某一军、兵种部(分)队的指挥机构为主,对其余协同军、兵种部(分)队的作战行动进行控制和协调。

(5) 协调关系:是为完成各自任务或上级赋予的共同任务,在与友邻指挥机构、指挥机构内部同级部门相互配合、协调一致的行动和工作中所

建立的一种不具有指挥权的非全面指挥关系。协调关系的指令性较弱，需要解决的问题通常由协调双方或几方直接协商或在上级的协助下协商加以解决。

(6) 指导关系：是指挥机构各部门，在本部门业务范围内与同级各部门、下级指挥机构相关部门之间建立的一种关系。指导关系与协调关系相类似，但指令性较弱。指导关系建立之后，主要依靠指导部门运用指导方法实施指导，以及被指导单位接受指导的行为加以维持。

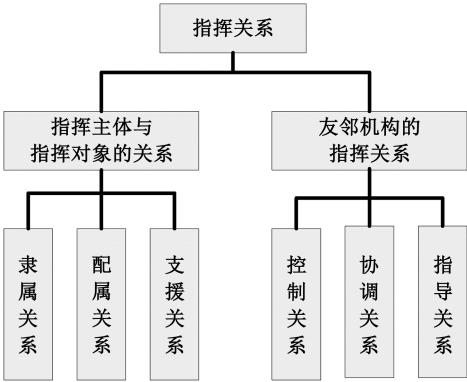


图 9-2 典型指挥关系

传统作战中，作战地域有限，作战节奏较慢，行动中的交互较少。为了保证任务的顺利完成，指挥关系设置主要考虑按照指挥职能规定和指挥权限划分，采用隶属关系和配属关系，往往是以某一军兵种为主，通过层层加强、配属，诸作战力量之间更多地表现为“主从”关系。在资源的利用上，指挥员往往根据自己手中能控制的资源“量入为出”，当资源不够用时，才向自己的上级提出申请。各个指挥节点的指挥关系一经固定就不应发生变化，如果有变化，那也是指挥机构被破坏而不得不变，或者是因为上级有权威性的指令而变化的。

未来战争依赖信息技术和网络支撑，指挥员、战斗员及其他人员之间相互依赖程度不断提高，关系也更加复杂，陆、海、空、天、电各种打击

平台可同时参与某一作战行动，作战过程中各作战部（分）队可能得到的支援却远远多于传统作战。指挥关系由平面向立体延伸，不再以某一军兵种为主，趋于多样化和复杂化。联合指挥机构与各军种之间建立纵向指挥关系，军种之间建立横向的协调关系，作战单元之间更多地表现为协作关系，还会跨军种、兵种与作战单元建立交叉式的指挥关系。

指挥关系越来越复杂，为加以区分，美军国防部、空军的作战理论文件 AFDD2-8《指挥与控制理论》、海军的第6号作战理论出版物 NDP6《海军的指挥与控制》及海军陆战队第6号作战理论出版物《指挥与控制》等文件以法律或条令的形式对各军种司令部上下之间、同级之间的指挥与支援关系、责任权限等做了明确的规定和详细的阐述。它们定义的指挥关系类型包括：组织与组织之间的关系（隶属、建制、配属、作战控制、战术控制、管理控制、直接支援、增援、普通支援），组织与人员之间的关系（领导、被领导），组织与设备之间的关系（连接委派、正规、非正规）。

同一指挥主体和指挥对象之间可能存在多种指挥关系，而且还伴随着作战不断变化，把指挥实体之间的关系硬性归类已经非常困难。所以我们提出通过“动态绑定”来构建指挥关系，作为任务共同体的重要机制。它的意义在于抛开指挥关系的“名”，而去探索指挥关系的“实”，使指挥关系分类发挥应有的价值。

## 9.3 资源优化

对指挥关系“实”的探索，就要回归到指挥关系对作战资源的配置作用。指控的本质是通过设置指挥关系，建立作战任务与作战资源的匹配；通过调整指挥关系，建立作战资源和作战态势的匹配，保持作战资源运转的整体有序，来提升作战效益，并规避作战风险。

部队接受任务后，以任务为牵引，对部队进行编组、配置和任务区分，对资源进行聚合，完成作战资源的配置。一旦任务确定之后，对应任务的资源基本确定，但随着战场态势的变化，还要灵活地调整资源，以优化作战资源的使用。作战力量编组、指挥体制、作战行动自同步等方面的问题，可以归结为在物质条件都已经具备的前提下如何对作战系统的组织结构、运行模式进行优化的问题。

作战资源的配置正是对应于建立指挥关系的过程，作战资源的优化对应于指挥关系重构的过程。指挥关系的重构调整，包括被动的调整和主动的调整。

被动的调整，一方面来自敌我双方对抗，如士兵的伤亡、装备的损耗、设施的毁伤导致战斗系统中的部分实体解体、关系失效，迫使指挥关系做出调整；另一方面，来自我方战斗单元之间聚合解聚过程。例如，两栖装甲运输车冲击上陆前，车上的人员和装备看成一体，而当上陆之后，所装载的士兵则迅速下车展开作战，此时就转变为多个实体。

主动的调整，就是以任务为目标，态势为条件，机遇为牵引，自发进行指挥关系的适应性改变，选用对具体任务较好的指控结构，对部署、行动和任务等做出调整，并在任务变更时切换，以不断优化的指挥关系和网络结构来适应外界环境的变化。

前面分析到任务共同体是由实体之间的物理、逻辑关系所构成的虚拟组织，基于任务共同体进行适应性指控就是一种主动的调整，即不通过实体增减，而是根据任务需要和战场情况变化，通过改变指挥关系，对作战单元进行灵活的“拆卸”和“组装”，对功能模块进行取舍和重组，来优化指挥关系，控制态势的发展。基于任务共同体的资源优化机制如图 9-3 所示。

任务共同体达成组织优化，适应战场需求，其优化有两种方式：维持性优化和变革性优化。

### 1) 维持性优化

当前指控结构能够在一定时期或一定阶段适应任务需求；一旦根据任务确定某一种结构，战时很难进行根本性改造。所以如果背景、环境、任务并未发生剧烈变化，主要通过维持性优化，在既存的指控结构框架内进行局部性调整。比如，战时指挥关系遭破坏后，不做大的调整，用预备指挥机构进行替代。

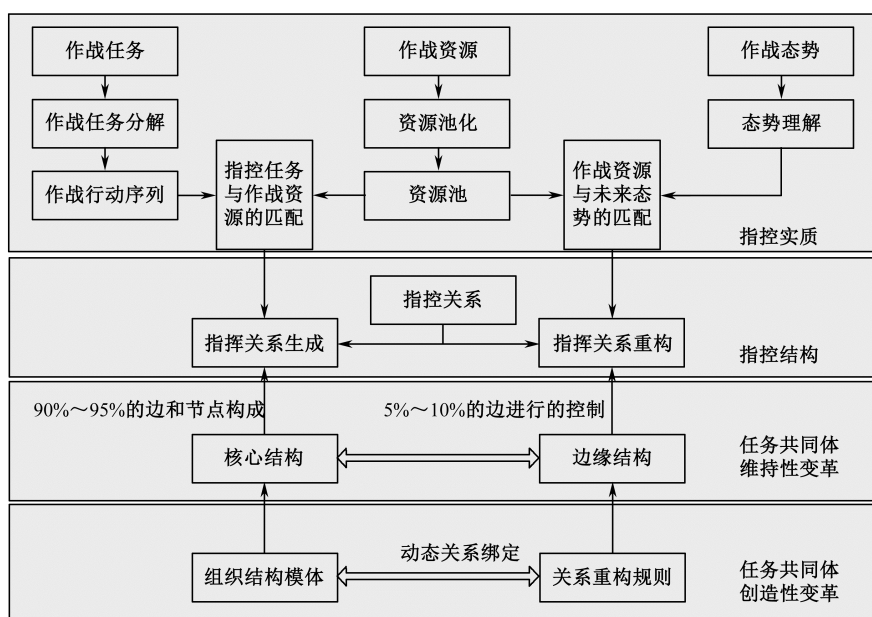


图 9-3 基于任务共同体的资源优化机制示意图

### 2) 变革性优化

从长期发展来看，为适应未来作战任务需求，需要立足现在，面向未来，对指控结构进行根本性改造，重塑指控结构，使其更有利于战斗力生成、拓展和提升，更有利于作战时的聚能和释能，这就不是修修补补，而是根本性的变革。比如，建立战区新体制带来指挥关系剧烈变化。

任务共同体中，从一种组织结构过渡到新的组织结构，进行结构调整。

这种过渡需要承担变化带来的风险，最后选择的结构是在风险和收益之间平衡。所以组织设计应当遵循灵活性与稳定性相结合的原则。

对于维持性优化，由于指挥所的重建，通信线路的变化、部队的重新配置都是费时费力、消耗资源的操作，希望调整指挥关系越少越好。任务共同体建立核心结构和边缘结构，核心结构包含有 90% 的边和节点，内部节点连接非常紧密；边缘结构中节点连接比较稀疏，只有 10% 的边却带来 90% 的可能增长。其基本假设是克里森·安德森的长尾理论，俗称“二八定律”（20% 的人拥有 80% 的财富），这是统计学中 Zipf 定律和 Pareto 定律的口语化表达。它的意义在于当网络结构重新配置以适应新的目标时，核心结构固定，只要对边缘结构中 5%~10% 的链路进行重新部署，通过局部横向交换信息，就可以应对 90% 的态势环境变化，依靠网络核心结构进行平滑的过渡，可大大降低调整带来的耗费。

对于变革性优化，网络结构变化过程中会产生形形色色的网络结构“暂态”，可以对敌人保持无模式的模糊状态。不管暂态怎么变，在一定的局部，固定的结构稳态会反复出现，并因不断优化带来了拓扑的收敛，不稳定的暂态会逼近一个最适合任务上下文的模体“稳态”，表现出一定的模式，这种在真实网络中反复出现的模式被称为网络模体（2002 年 milo 提出）。在军事领域，boyd 的 OODA 环，Jeffer R Cares 的“网络环”都是反复出现的组织模体。任务共同体提供模块化指控结构模体，依靠模体作为任务共同体核心稳定结构，通过组合模体，使模体之间相互连接，以耦合运动方式进行互动。这意味着可避免频繁、随意且琐碎、意义不大地调整，而得到一条最利于节省作战资源、提高资源效益的调整路径，最敏捷地适应任务的变化，从全局上提高组织的生存与进化能力，达到减少风险的目的。

网络结构运动取决于上述优化的动力学过程。进化路线只是庞大路径空间中的极小剖面，这个剖面遵循的往往是能量耗损最小、适应度增大、生存能力增强的优化轨道。任务共同体从变革性优化出发，寻找指控结构

的发展路径，达成对资源运用的长期优化效果；在变革性优化的基础上，考虑完成任务的需要，通过维持性优化达成资源运用的短期优化效果。

## 9.4 超网络方法

通过上述分析，可以看出任务共同体形成或消亡时节点的加入或离开，以及适变、组合时的关系重构，产生了不断演变的组织结构，任务共同体比一般组织要复杂，其结构具有以下特征：

### 1. 广泛临时特性

任务共同体是由不同的指挥主体构成的暂时性指挥联合体。指挥主体在任务开始时建立某些指挥关系，在任务结束后终结。比如在防空联合作战中，侦察单元发现了来袭的敌机，在通知空军作战单元迎敌的同时，通知地面防空部队做好作战准备。在此过程中，侦察单元、空军作战单元、陆军地面防空部队就构成共同体，而一旦敌机飞过或被击落，任务终止的同时，内部指挥关系即行终止。

在任务过程中，在不同时间点上，指挥关系灵活多变，不再像以往一样只与有限对象发生联系。只要有需要，指挥单元任何两点都可以发生联系，某一作战单元（功能单元）只要不影响其作战功能的发挥，可以同时位于不同的指挥链。如侦察单元，它就可以为不同的作战群体提供信息，同时为隶属于不同的指挥实体。甚至有可能在前后相继的行动中，先后形成的指挥关系截然相反，上一阶段处于主导指挥的作战单元在下一阶段就可能处于从属地位。

## 2. 体系嵌入特性

任务共同体内的指挥主体以各种不同的合作形式联结起来，嵌入在一个具体的、实时的体系作战网络中。这就是体系嵌入性。个体成员处于一定的关系网络结构中，变化中的网络结构特征为成员的交互行为既提供了机会，也构成了限制。嵌入作用使得任务共同体网络受体系中各种因素制约，无法孤立研究。比如任务共同体信息通道依赖通信网络而存在，形成的拓扑结构受物理设施的约束。

如果孤立地看待任务共同体，就难以解释单元之间相互作用而产生的群体行为和适应性过程。

任务共同体与体系作战网络环境之间是一种反馈互动的关系。体系作战网络为任务共同体适应性行为提供背景，塑造着任务共同体的情境；同时，任务共同体通过自身的行为再生或改变现有体系作战网络结构，影响着体系作战环境。体系作战网络承受着任务共同体那些当下行为的结果。正是由于这种反馈互动，战斗系统才有了不断演化的动力。体系嵌入性的作用至少可以从两个方面来理解：当把网络视为静态时，嵌入性维系任务共同体网络本身的存在，从而让其与外部相区分；当把网络视为动态时，网络嵌入性确保任务共同体网络按照一定的趋势进行变化而不是其他的路径进行。

## 3. 多层异构特性

任务共同体及嵌入的体系网络，不能看作一般的通信网络，而是由侦察、指挥、控制、打击等节点，以指挥、协同、交战等关系为边所构成的多层次、多功能的网络结构。作为多变量、多输入、多输出、多目标、多参数、多干扰的系统，各单元之间不是简单的线性依赖关系，之间存在着复杂的非线性相互作用，既有“人—物”关系，又有“人—人”关系，还有“物—物”关系；指挥关系也从单一的指挥关系（以隶属为主的指挥关



系)转变为多种指挥关系(隶属、加强、协同)混合并存的关系。

单元之间的交互行为反映指控、情报、信息的传输、处理、分发等多个层次相互作用的结构和动力学,产生了人流、物流、资本流、信息流/知识流及意识流,各种流以网络主体为节点在不同层次进行流动和汇聚,网络各要素在纵向上存在着不同层次,从而形成多种子网络。而不同子网络叠加、交织在一起,其网络与网络相连,节点与节点相交,既相对独立,又影响融合;既存在着正反馈的倍增效应,也存在着限制增长的饱和效应。

任务共同体结构复杂多变,具有节点异质、广泛临时、体系嵌入、动态异构的特性,在描述时需要解决多层次、不同功能的异质网络构建问题,体现指挥关系的动态、可变、固定与虚拟并存、主动与被动统一。

Carley 考虑到异质网络构建问题,提出了 PCANS 模型。这一模型使用系统科学的思维分析作战系统中作战单元的关联关系和层次结构,把战场指控组织划分为使命环境层、过程层与结构层三个层次,构造个体、任务和资源三种元素,以个体—资源—任务三元来设计任务组织,采用图论和网络技术来描述组织静态视图,提出了“组织树”这一概念,以节点和链接组成的树来描述组织,分析了组织内和组织间存在的多种网络,并对组织进行度量。针对指控网络,将其描述为平台、决策实体和任务的关系结构,关系包括平台在任务上的协作关系(Rpt),决策实体和平台的控制关系(Rdm-p),决策实体和任务的执行关系(Rdm-t),以及决策实体分层关系(Rdm-dm)。Rpt 是组织内协作的基础,Rdm-p 建立了组织决策实体对平台的控制,Rdm-t 确定了决策实体在任务上的协作,Rdm-dm 确定了 C2 组织内的决策实体间的决策交流关系。Carley 的这种方法为定性理解组织及其行为过程提供了方便,采用这一方法,Carley 对美海军研究生院实施的 A2C2 实验所采用的三种结构进行了比较分析,通过任务流程图与编成结构图的匹配来设计编成模式,并在不同模式(如矩阵模式、功能性组织模式、区域性组织模式和扁平式组织模式)之间切换。

但是这些方法还主要是结构描述,如何利用这些描述框架进行深入的

量化分析做得还不够。在关系量化上,将组织成员视为节点,关系视为边,就可运用社会网络或复杂网络方法加以分析,学者们运用复杂网络方法证明指控网络的小世界、无尺度性质;运用社会网络方法研究了群体内部关系、组织的协作性、社会凝聚力、关系中权力的分布、核心行动者对资源的控制等内容。复杂网络研究对进行关系性质、维度、结构等定量分析及任务共同体机制研究提供了基础。

任务共同体不能看成某层次的单一网络,而是由不同实体、不同关系在某些环节、机制上相互交织,整体上协同作用形成的网络。对于异质网络的研究,超网络方法再适合不过。超网络方法指由多种网络构成的网络,其概念最早于 1985 年被 Nagurney 提出,超网络将不同关系融入到一个多层、异构的统一框架,建立网络统一的特征描述和表达方法,用来描述不同网络中的流如何在两个甚至多个联系的网络中相互作用、影响,以及不同网络中的流的变化如何影响另一个网络中的流,并实现网络流的识别、汇聚、组织、描述。面对多层、异质、动态的网络,超网络提供了很好的思路,更能反映系统的复杂构成及结构形态。目前主要应用于研究 Internet 网络、交通、物流及供应链网络等,成为研究大型复杂系统的一种新兴工具。

超网络方法提示我们任务共同体网络要和体系支撑网络环境结合起来描述,将不同层次网络、不同类型关系、各种实体行为、交互对于系统整体行为和特征的影响、网络演化规律、环境的作用与反作用都纳入统一框架,形成既包括静态拓扑结构,又涵盖动态演化规律的模型,从而在研究清楚结构、功能和运行规律的基础上,更好地阐述、解释组织行为。分析确定这种组织中的关系就成了很有挑战性的课题。这是一个新鲜的方向。它在技术上有以下特点:

(1) 超网络是从整体上对体系网络进行描述,研究多层网络结构隐含着怎样的行为规范,全面反映了系统的各类节点及其相互之间关系,能提供一个相互交织的系统和成员的基础结构,一个包含社会和物理领域规则

的整合框架，一个思考不同层次、成员交互方式的模型，以及一种在不同的维度（时间、空间）颗粒分析超网络特性的方法。

（2）通过分层，降低了网络研究的复杂性。每一层内网络中只含有一类节点（指挥控制节点），边具有相同的物理含义，可以运用传统的复杂网络分析方法研究处理网络的几何性质、形成机制、统计规律、演化动力学等问题。

（3）超网络可以使用邻接矩阵、超图、变分不等式等方法进行研究，具有更丰富的研究手段，利用超图工具，将讨论范围内的事物及其相互关系，通过点、线图，转化为逻辑拓扑结构，将网络用拓扑图表示出来。可分析一些网络结构和多层网络的协调问题。常用于探索网络结构优化问题。

## 9.5 描述体系网络

超网络跟一般的网络一样，都要描述节点、边，不限于此，它还要对关系进行分类，明确指挥关系的种类和物理意义。对关系边上流的性质进行分析，流对应于链路上传递的物质、权力、信息、知识，描述网络的动态过程，链路上的流是关键，需要细致描述流的大小、方向等性质。

一方面基于现行军事理论，归纳适应性指控对于任务共同体网络结构的需求，如稳定性与弹性相结合的权力机构、适度灵活的指挥体制、统一融合的价值取向、协调发展的实体能力。另一方面分析作战中的复杂关系，研究实体之间的交互类型和方式，解析权力分配、指挥体制构建、内部价值形成、实体资源分配等要素。将两者结合起来，得到指挥关系构成的核心变量，并确定关系变量是同一层级的交互，还是不同层级的交互。图 9-4 为体系作战网络结构示意图。

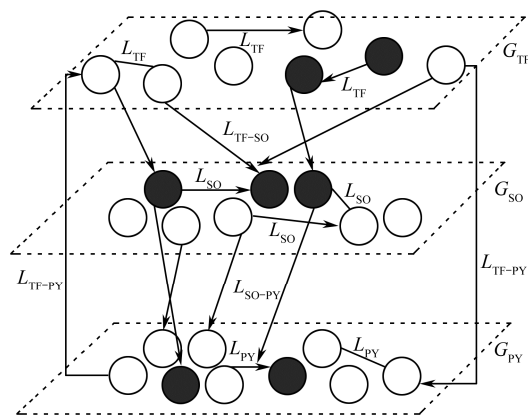


图 9-4 体系作战超网络结构示意图

建立超网络描述如下：

1. 域

为便于阐释任务共同体的概念，我们把作战体系划分为物理资源域 PY、社会组织域 SO、任务功能域 TF 三个层级（见表 9-2）。

表 9-2 任务共同体的节点、边和流

层次	节点、边	流特征
物理资源域网络	节点是作战单元、武器装备实体，边是实际的物理线路	物质流 体现“物”
社会组织域网络	节点是各级军事组织机构，边描述指挥、控制、协同关系	权力流 体现“人”
任务功能域网络	节点是子任务或者子功能，边描述任务分配或功能划分	信息、知识流 体现“事”

根据体系分层定义，确定三层的节点为作战任务实体、作战编组实体和作战资源实体。分别位于任务功能域、社会组织域和物理资源域。

如表 9-2 所示，任务功能域网络为完成军事业务提供支撑，可理解为知识的拓扑结构，完成任务的组合、分解。社会组织域网络由指挥关系确

定,是社会任务域网络的承载,基于指挥控制关系完成各项任务,提供指挥编组、信息流程的逻辑拓扑结构,是在底层的物理连接上根据映射关系而生成的一种逻辑拓扑结构。物理层网络提供通信平台,是节点之间的物理拓扑结构,解决路由、带宽、数据传输延迟等通信问题。

战时主要是作战实体按任务聚合形成网络,其分为进攻作战、登岛作战、反恐作战、防空作战等典型作战样式,根据信息与业务的需求进行任务组合,灵活地建构和扩展任务网络。

## 2. 网络

网络表示为  $G=(V,L,F)$ 。 $V$  是节点,  $L$  是边,  $F$  是流。对应于不同域的单层网络分别为  $G_{PY}, G_{SO}, G_{TF}$ 。下标对应于网络所在的域。

## 3. 节点

实体在网络中称为节点。 $V=\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$  是一个节点集,  $n$  是该网络中的节点个数, 下标  $i=1, 2, \dots, n$  是节点的标记。

## 4. 关系

关系在网络中表示为边。关系表达为若干类型边的集合。关系  $L=[L_{ij}]$  ( $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n$ ) 为节点中所有边的集合。两个节点连接成为一条边,  $L_{ij}$  表示两个节点  $v_i$  和  $v_j$  之间的边。 $L_{SO}, L_{PY}, L_{TF}$  表示层内关系;  $L_{SO-TF}, L_{PY-TF}, L_{SO-PY}$  表示层间关系。

## 5. 流和流量

流:  $F^k(L_{ij})$  表示为两个节点  $v_i$  和  $v_j$  之间的边  $L_{ij}$  上, 类型为  $k$  的流。描述交互性质的是流。流是指在两节点之间具有指定属性的连接, 可以反映相互支持和相互制约的逻辑关系, 描述节点之间的信息传递关系和相互

依赖关系等。

流量：反映这个网络中流的数值，根据网络的性质做不同的量化处理，比如： $C_{\max}(F^k(L_{ij})) \in \Phi_0$  和  $C_{\min}(F^k(L_{ij})) \in \Phi_0$  分别表示流  $F^k(L_{ij})$  的最大流量和流过边的最低流量。 $\Phi_0$  表示能量空间。

进一步，利用矩阵代数来对流生成、组合、转化等行为加以描述，建立体系任务共同体本质特征的交互量化描述。

流的顺畅是系统正常运行的条件，中医所谓“气”“血”就是典型的例子，通则健康，不通则生百病。越复杂的系统，其中各种交换就越频繁，流就越错综复杂。流传播渠道是否通畅，周转迅速到什么程度，直接影响系统运转。

## 6. 体系作战超网络

作战超网络的表述如下：

$$\text{CSN} = (G_{\text{TF}}, G_{\text{SO}}, G_{\text{PY}}) = (\text{TF}, \text{SG}, \text{PY}, L_{\text{TF}}, L_{\text{SO}}, L_{\text{PY}}, L_{\text{TF-SO}}, L_{\text{TF-PY}}, L_{\text{PY-SO}})$$

进一步，对作战体系内存在的各类关系进行归纳划分，识别系统内外部各要素和实体之间相互促进或制约的关系，明确关系对实体、资源的链接作用。

依据 Kathleen K.Carly 提出的 C2 组织概念模型，建立简单原理性的关系变量关系集合，设为  $[P, N, S, D, A]$ 。

$P$ ：描述任务间的顺序关系， $P \in L_{\text{TF}}$ ；

$D$ ：描述任务对资源的需求关系， $C \in L_{\text{TF-PY}}$ ；

$A$ ：描述任务到资源的分配关系， $A \in L_{\text{TF-PY}}$ ；

$N$ ：描述任务实体之间的协作关系， $N \in L_{\text{SO}}$ ；

$S$ ：描述实体对资源的拥有关系， $S \in L_{\text{SO-PY}}$ 。

使用加权矩阵进一步引入五种关系流的描述。

构造一个以向量为元素的加权邻接矩阵：

$$W_S = [w_{ij}]_{n \times n}$$

其中,  $n = |N|$ ;  $w_{ij} = [w_{ij}^0, \dots, w_{ij}^{u_L^k}]$ ,  $0 \leq w_{ij}^k \leq 1$ ,  $k = 1, 2, \dots, u_L^K$ ;  $u_L^K$  表示超网络  $S$  的链路类型数;  $W_S$  是超网络  $S$  的邻接矩阵, 可用来描述超网络的拓扑结构;  $W_{ij}$  是权重, 表示节点之间链路流的强弱, 权重表示物理实体  $j$  对作战任务  $i$  的支撑程度。

例如, 由  $D$  边构建的矩阵描述将军事任务分配到作战实体的物理资源执行的结构。

根据超网络模型的集成关系定义及权重的物理意义, 可知:

如果总体任务有多个子任务, 总体任务对战斗的支撑程度是各子任务的支撑程度之和, 即

$$W(ST) = \sum_{i=1}^m W(ST_i)$$

通过对权重的计算, 可以实现对关系流的量化。

## 9.6 描述网络演化

演化指系统的结构、状态、特性、行为、功能等随着时间的推移而发生的变化。演化与状态的迁移息息相关, 状态指系统可以观察和识别的状况、态势、特征等, 能表征所研究系统的基本特性和功能。状态可以用若干称为状态量的系统定量特征来表征。

当我们把作战体系表述为超网络, 那么随时间演变的作战体系超网络, 就表示为  $G = (V(t), L(t), F(t))$ 。其状态由一组属性变量表示, 对应了实体、实体之间关系和网络上承载各种流的具体信息, 包括:

(1) 实体状态属性: 实体的角色、生命力状态、携带的武器装备状态、携带的弹药状态、实体的战斗力状态等。

(2) 关系状态属性: 关系的连接类型、关系保持时间等。

(3) 流状态属性：物质流的类型、大小、强弱、方向等，信息流的类型、大小、强弱、方向等，能量流的类型、大小、强弱、方向等。

比如作战中，实体遭受火力打击，网络中某条链路的状况由连通变为断开，这些都属于实体之间的直接作用，对实体的影响仅是单个的、孤立的。我们更应关注网络演化，网络演化对实体的影响通常是成群的，连续的，由微观层面实体交互产生，事件包括实体的生存或死亡、实体加入组织或离开，这些事件的影响将通过局部的传播影响到整个系统，当网络演化达到临界阈值时，将产生量变到质变，从宏观上能够加以观察。

表 9-3 列出部分典型的网络演化。

表 9-3 网络演化

分类	释义
网络生成、消亡演化	随着实体生成、死亡，网络拓扑会发生巨大的变化和调整。这种演化行为与战争中的增援、歼灭行动相关
网络扩散演化	随着资源扩散形成一种拓扑演化。资源由一个节点传播到另外的节点，得到资源的节点成为新的传播源。这种演化行为可反映舆论战、心理战等行动
网络划分演化	随着任务划分产生一种拓扑演化。作战中将任务划分为若干子任务，每一子任务关联节点所形成的子网络客观上对完成整体任务的网络进行了一次划分

1. 网络状态

在连续作战中，任何行动不可能瞬间完成，必须耗费一定的时间，呈现出状态随时间而变化的特征。其系统的演化是所有这些状态的集合，表示为：

$\Omega(t) = \{S_0(t), S_1(t), \dots, S_m(t)\}$ ，其中  $S_i(t)(i \in N)$  表示战场空间中  $t$  时刻第  $i$  个状态变量。状态  $S_i(t)(i \in N)$  可以表示为属性  $P_{ij}(t)(j \in N)$  的集合。  
 $S_i(t) = \{P_{i0}(t), P_{i1}(t), \dots, P_{in}(t)\}$ ，其中  $P_{ij}(t)(j \in N)$  表示该  $t$  时刻第  $j$  个属性变量。  
 $S_i(t)(i \in N)$  描述了作战活动过程中处于时刻  $t$  的一幅静止态势，任何



作战都是态势连续变化的过程；时间  $t$  不断推进时， $\Omega(t) = \{S_0(t), S_1(t), \dots, S_m(t)\}$  描述出连续的生动形象的战场态势。

## 2. 网络演化

网络演化往往依赖于上一步网络的状态和网络中流。状态的迁移与流紧密联系。上一步的输入/输出影响着网络拓扑结构，又反过来受网络结构的影响，表达为：

$$S_i(t+1) = \Phi\left(\sum_{j=1}^n \omega_{ij} S_j(t)\right) + \theta(t), i \in \{1, 2, \dots, n\}$$

式中， $S_i(t)$  表示  $i$  节点在  $t$  时刻的状态， $\omega_{ij}$  表示强度。它的值表示节点间相互作用流的强度权值，其中  $\theta(t)$  表示来自网络系统外的刺激。

网络节点  $i$  在  $t+1$  时刻的状态由  $t$  时刻网络所有节点的状态  $x_j(t)(j=1, 2, \dots, n)$  在节点间相互作用下变化的结果，其作用的结果是改变节点的状态，决定节点的演化。当  $\omega_{ij}$  的形式确定以后，节点演化也就清楚了，当所有节点的演化明确后，网络演化的形式也就确定了。

## 3. 演化规则

指挥关系通过残部再结合、内部自产生、配属支援其他部队、部队建制转隶等规则，调整内外部交互作用关系的数量，切断或者建立某些交互作用关系，改变某些交互作用的方向、强度，表现出指挥关系的增减重构，带来物理依存、逻辑驱动和级联等效应，影响指控结构性质的变化。

依据可能存在的增长、去边、偏好依附、择优等具体网络演化形式，以及各自所占比重，可以设计反映演化机制的演化规则，由演化规则驱动网络状态改变，进而反映指挥关系变化。

演化规则包括行为规则和约束规则。行为规则包括指挥实体竞争、指挥实体灭亡、指挥增加层级、增加指挥关系、删除指挥关系、指挥关系升级、指挥关系降低、指挥关系替换等行为事件，从而使网络拓扑发生变化；约束规则包括地理位置的约束、任务的约束、资源约束等宏观约束，导致

产生择优选择、优化、冲突、生存、消亡、结构转化等行为事件。演化规则是自下而上演化的根本动力，是研究演化机制的关键要素。将这些规则表示到体系作战超网络中，就是要进一步明确 CSN 中的增边、减边、调整边权、调整点权等关系重构操作规则，表示为：

同一网络间的分析处理法则和约束法则，即输入/输出的关联  $R$ （即该分析处理法则）和进行该分析处理时对输入变量  $M$  及输出变量  $C$  的约束  $R_{G(i)}$ （表示子图  $G(i)$  中的关联）。

$$\text{ST.} \left\{ \begin{array}{l} M_{G(i)} = M_{G(i)}(V_{G(i)}) \\ C_{G(i)} = C_{G(i)}(M_{G(i)}, V_{G(i)}) \end{array} \right\}$$

式中， $M_{G(i)}$  表示  $G(i)$  的输入； $V_{G(i)}$  表示子图  $G(i)$  中的边； $M_{G(i)}$  是  $V_{G(i)}$  的函数； $C_{G(i)}$  是  $M_{G(i)}$  与  $V_{G(i)}$  的函数。

跨层网络间分析处理法则和约束法则，定义两个不同层级网络的映射。则输入变量  $M$  及输出变量  $C$  之间的约束为：设有层级  $high$ ,  $low$  两个层级，有

$high \in [CC, ST, PY], low \in [CC, ST, PY]$  且  $high \neq low$ ，任一  $x \in V_{high}$ ，如果满足  $y \in f'(V_{low})$  且  $y \in V_{high}$ ，所有具有该特性的元素组成  $f'$ ，那么  $V_{high}(i) = f'(V_{low}(j))$  定义为从  $low$  到  $high$  两个层级间网络的映射，则输入变量  $M$  及输出变量  $C$  之间约束  $R_{high(i), low(j)}$  为：

$$\text{ST.} \left\{ \begin{array}{l} M_{high,i} = M_{high,i}(V_{high,i}) = M_{high,i}(f'(V_{low,j})) \\ C_{high,j} = C_{high,j}(M_{high,j}, V_{high,j}) = C_{high,j}(M_{high,i}(f'(V_{low,j}))) \end{array} \right\}$$

## 9.7 描述演化过程

任务共同体受维持性优化和变革性优化两个层面牵引来进行指挥关系动态绑定，重构组织结构。对应需要对组织结构模体和演化路径的形成加以描述。

## 1. 组织结构模体

任务共同体组织结构,从已确定的构造方式——任务共同体模体出发进行演化。模体中单个节点和边的演化,不仅取决于自身,还取决于模体的局部环境,之间是相互驱动的共生演化关系。它作为相对固定和比较稳定的有机联系,是历史演化的结果,又是新发展的起点。

研究发现组织结构模体包括以下两步:

### 1) 寻找最优的结构

任务固定时,寻找最适合该类型任务的组织结构,也即根据任务求解组织结构空间中的一点,使其在处理法则和规则约束下,获得最佳效益。

输入是任务空间中一点  $M$ , 输出  $C$  为任务完成的效果,  $R$  是处理法则和约束规则。具体表示为不同要求的目标函数向量,如作战效益、成本、风险、系统可扩展性、可靠性能要求,还有节点、配置要求等约束。由于目标函数较多,通常构建多目标决策函数。

超网络可以通过变分不等式研究各种超网络模型的优化问题。根据变分不等式理论,假设存在一点  $X^* \in K$ , 满足  $\min F(x)$ , 则  $X^*$  是变分不等式  $X \in K; \langle \nabla F(X^*), X - X^* \rangle \geq 0, \forall X \in K$  的解, 其中  $\nabla F(X^*)$  表示  $F$  对  $X$  的各个分量的梯度。

$$\nabla F(X^*)^T = \left[ \frac{\partial F(X^*)}{\partial X_1}, \frac{\partial F(X^*)}{\partial X_2}, \dots, \frac{\partial F(X^*)}{\partial X_N} \right]$$

这样确定  $h^* = (h_{ij}^*) \in R_+^m$ , 满足

$$\alpha_1 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \left[ \frac{\partial b_{ij}(h_{ij}^*)}{\partial h_{ij}} \right] - \alpha_2 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \left[ \frac{\partial b_{ij}(h_{ij}^*)}{\partial h_{ij}} \right] \geq 0$$

通过解变分不等式的平衡解就是该网络的最优设计。

例如: 定义关系水平  $h_{ij} (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,n)$  表示节点  $i$  和  $j$  之间的关系水平; 每个已有的关系水平  $h_{ij}$  都会产生一定的价值  $v_{ij} (v_{ij} = v_{ij}(h_{ij}))$ , 建立水平为  $h_{ij}$  的关系需要付出相应的代价  $b_{ij}$ 。

建立以下几个原则的多目标决策：

(1) 代价最小原则： $\min \sum_j b_{ij} = \max \sum_j b_{ij}(h_{ij})$ 。

(2) 收益最大价值： $\max \sum_j v_{ij} = \max \sum_j v_{ij}(h_{ij})$ 。

则对于网络中某个个体，它的目标函数为

$$\min = \max \alpha_1 \sum_j b_{ij}(h_{ij}) - \alpha_2 \sum_j v_{ij}(h_{ij})$$

$\alpha_1$ ， $\alpha_2$  为风险与收益的权重。 $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ 。

对此多目标决策函数求解，寻找优化结果。

## 2) 识别组织结构模体

针对第一步得到的最优结构集合，它们从统计角度来看并不是杂乱无章的，而是有规律可循的。组织结构模体，对应于超网络、社会网络中的子图概念，使用静态切片分析方法，研究一组同类网络结构图中同时出现的子图模式和一张网络结构图中出现过多次的子图模式，进而找到任务与结构之间存在的稳定关系，识别组织结构模体。

## 2. 任务共同体的演化路径

变革性优化产生的关于任务共同体结构的重要假设是：没有一种指控结构能适应各种情况，不存在一个以不变应万变的指控模式，当前采用的指控结构和模式不会永远有效。变革性优化面向未来，在现在的结构基础上，设计演化路径，在环境条件变化时，持续动态调整指挥关系，自行重组、切换至多种结构，在一定程度上适应环境，增进组织适应性。组织结构的演化路径是需要重点明确的内容。

探索组织结构的演化路径包括以下两步：

### 1) 寻找结构之间的动态关联

在寻找组织结构模体时，我们对单个网络快照进行分析，但这样忽略了网络快照之间的相关性，为此在寻找结构之间的动态关联时，要从动态的角度出发研究网络。简单地说，网络不再是死的，而是“将网络看作变

量，网络既是关系变化的结果，又是关系变化的动因”。

将任务共同体结构作为因变量，考察它的自变量（决策权分配模式、实体交互模式、信息分发方式等）。具体过程为：

（1）从数据流中辨认特定的规律，把它压缩成简洁的模式——研究时间上频繁出现的动态子图模式和周期性或近似周期性的子图模式，分析子图对应任务共同体模体之间的关联性与互补性。

（2）分析哪些网络因素或属性因素带来关系的变化，回答整体结构隐含着怎样的行为规范，为调整和配置关系奠定规则基础。

（3）分析任务共同体如何调整复杂组织内外部交互作用关系的数量，如何切断或者建立某些交互作用关系，改变某些交互作用的方向、强度，以增强组织功能。

（4）多维度对组织中的个体行为和组织行为进行分析和解释，分析关系重构对于作战系统整体行为和特征的影响，建立任务共同体的结构与作战效能的内在联系，转变为组织规则设计与选择及确定运行在该详细程度的变化规律。

## 2) 探索指控空间得到适应性指控组织的演化模式和路径

当任务、环境和对手发生大的变化时，调整指挥控制中相关参数，形成了一个大的参数空间，称为指控空间。任务共同体对指挥控制关系进行改善的相关操作就是在这个指挥空间中得到的可能解。

通过不断调整结构参数，就可以不断探索指控空间。组织对不同结构进行权衡，建立评价指标体系和评价模型，对网络拓扑结构所带来的作战效果进行度量，评价判断网络拓扑结构的匹配程度，寻觅与上下文环境适应的指控结构，最后选取适应使命的新结构。

如果发现通过某种模体进行适变、组合得到的网络结构不能满足需求时，就从其他模体出发重新调整，比较调整之后的效能和调整形成组织的异同，在此基础上，得到指控结构优化和更新的规则，在得到演变规则 and 变化规律后，逐步把易变的关系添加到组织结构中，得到模体之间最小耗

费的调整路线，形成指控网络结构在任务之间最优的演化路径，从而获得指控组织演化路径图，促进结构的优化，形成任务共同体演化方案，使得演化过程能符合提高组织效率和适应性的发展趋势。

总之，超网络方法以对系统中局部和个体的认识为基础，通过反映这些局部、个体之间的相互作用、相互关系来描述系统，从而全面地、整体地认识系统，在描述体系网络，探索系统控制、优化和改造的方法等方面，具有不可替代的优势和作用。

# 10

## 第 10 章

# 任务共同体行动控制框架

- 10.1 行动控制力
- 10.2 自同步效果
- 10.3 作战行为
- 10.4 作战规则
- 10.5 系统涌现
- 10.6 宏观模式
- 10.7 规则体系
- 10.8 如何控制

## 10.1 行动控制力

指挥实体根据作战条件、能力和资源情况，通过一系列控制活动和反馈调节，将对任务的理解转化为一系列战术行动反映出来。要理解驱动这一过程的行动控制力，首先要理解一些概念，比如动作、行动、行动过程等。

### 1. 动作

动作是完成任务的最基本单元，是实体不可再分的原子性最小元行动，可以由实体独立完成，而中间不会被打断。比如，一个单兵角色可拥有“待命”“行走”“开火”等动作。

### 2. 行动

行动指的是为了实现某种意图，采取的具有作战意义的动作组合。行动指向一定的目标，在时空上，可以连续，也可以不连续。比如，分队实体的“追击”“开火”“撤退”“支援”等行动。

行动与具体场合相匹配，就产生一定的意义。如果删除背景去观察时，看到的是纯粹的动作或一组动作，像看到部队在行走，这是单纯的动作，对此还原上背景，如果敌人在撤退，我方目的是跟随敌人，那就是“追击”行动；如果敌人在追击，我方目的是远离敌人，那就是“撤退”行动。这时，行动的含义就有了本质的区别。

像走过的地方会留下足迹，触摸物体会留下指纹一样，行动和动作会在外部世界留下痕迹。作战行动会带来人员的伤亡、装备的损伤、弹药的消耗、环境的改变、敌方的反制等一系列的结果。行动产生的结果会变成



反馈，反作用于作战单元，导致后续行动和动作上的变化。比如，在部队机动的过程中，遇到河流，就要根据这个信息，调整机动的方式或者路线，重新机动。

3. 行动过程

行动过程是为执行某个任务将行动赋予特定实体的过程，也就是明确完成某项作战任务时，具体由哪个实体完成什么样的行动。任务划分的行动控制序列，既包括单个作战单元前后相继的串行行动，也包括不同作战单元并行展开的行动。

每一项任务都包括一个行动过程。它主要由 workflow、任务及活动等要素组成。指挥机关的任务就是开发行动过程，将行动在时间线上很好地组织，进而形成作战方案。如表 10-1 所示，图中的纵向按实体展开，横向反映实体沿着时间轴的任务。整个作战分解成一些能够辨识的阶段。整体的目标就分解成由特定范围内有限实体所完成的局部目标。从战斗开始到结束，战术动作序列像画卷一样，徐徐展开。

表 10-1 XX 旅 XX 地区进攻战斗行动过程清单

基本战法：信火一体毁瘫、空地立体破击、快速强击突进、夺点击要封控													
群队		卸载上陆		接敌展开		信火突击		立体突入		夺要抗反		纵深战斗	
		具体战法	具体行动	具体战法	具体行动	具体战法	具体行动	具体战法	具体行动	具体战法	具体行动	具体战法	具体行动
左翼前沿攻击群	左翼攻击分队	多点同时卸载，快速上陆收拢	①卸载上陆； ②行进间开进	联合创造作战态势，快速调整前出展开	①开进； ②展开； ③先遣战斗，驱逐、歼灭敌袭扰分队、警戒分队	火力重点毁瘫敌体系，按时发起冲击	①部分直瞄打击敌支撑点、工事和火力点； ②掩护障碍排除队开辟通路	局部聚优攻控结合，全纵深立体突入敌体系	实施牵制性攻击	整体联动，多维一体抗反	合围守敌，从正面、左翼和翼侧突入	联动分割围歼、夺要控势阻断	①歼灭守敌； ②部分力量沿突出部实施牵制攻击

作战指挥通过对部队行动有效地控制与支配来体现，如图 10-1 所示。从行动控制的发力点，可以分为上级外部指令性控制和本级自主行动控制。

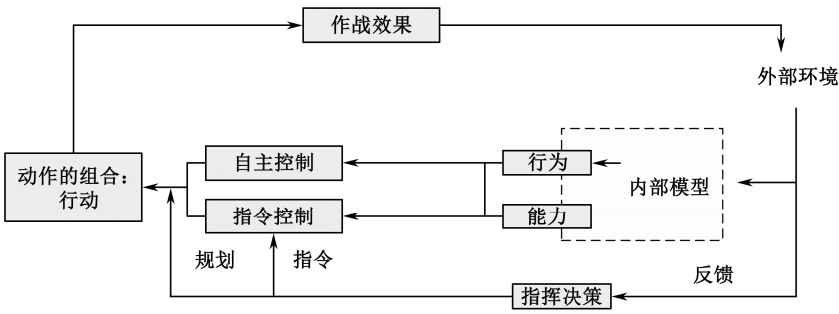


图 10-1 指挥控制的外在作用

1) 上级外部指令性控制

就是由指挥员和指挥机关决策，根据全局目标，给行动单元区分任务，明确行动过程序列，生成指令交由下级执行。上级对下级的行动也试图不断地加以控制，直至完成。

2) 本级自主行动控制

上级只明确任务，下级会把对任务的理解转化为具体的行动意图，再根据具体的战场态势，把意图变成具体行动。行动根据反馈自行调整，上级的临时干预指令很少。当下级没有按照整体意图行事时，上级虽然可以干预下级行动，但是只有在特殊情况下这样做。新的作战命令仍然应该由下级指挥员拟制。

另外，行动控制也包括了行动的协同，协同是指参加作战的各部分为了达到共同目标，相互联系，彼此理解，而努力形成合力的活动过程。协同包括，自上而下的计划协同和自下而上的自主协同。

行动决策是要明确什么样的动作与实际的战场态势相适应。然而，由于战场态势的飞速变化，高级指挥员精力应当放在全局上，不宜对所有问题都做慎之又慎的思考，甚至连具体的完成手段和细节都过问。再说指挥

员一定是认识眼前问题的权威吗？他处理所有的细节合适吗？一个营长难道不是更好的眼前态势阅读者吗？难道不可以下放一些指挥权给“战略下士”（即普通的士兵可以获得对强力杀伤力武器的控制权，而以前只有校官才有权这么做），由他们自主行动吗？

上级外部指令性控制试图命令到每一个战斗人员、每一个行动，会耗费太多时间，而最了解对面敌人的一线单元，在等待上级指令的过程中，将会错过难得的战机。在时间紧急条件下，上级对于当前态势的评估、解读能力有限。不切实际的指令也许会把作战带上歧途，所以上级只需告知任务，围绕任务发出广泛的指导足矣，更多需要基于自身去明确作战意图、行动目的、关键任务、预期最终状态和行动资源，给出可行的行动操作。

## 10.2 自同步效果

以拿破仑 1806 年耶拿之战为例，拿破仑在组织和协调其他部队方面时，他并没有心胸狭隘地独揽军队大权，从而使其军团司令们无所作为，相反，它分散了自己的指挥和控制权，把它的军队分编为由军团司令自行掌控、各自为战的部队，并尽可能不加干涉。如以色列著名的战略学家马丁·范·克雷维尔德所言，拿破仑在耶拿击败普鲁士人时，他甚至“对当天采取的行动一无所知，完全忘记了自己的两个军团，对第三个军团甚至可能包括第四个军团都没有下达任何命令，而且全然没有想到，第五个军团会采取那样的行动”。当时，法军并没有技术上的优势，敌军也并不懦弱，但拿破仑的部队训练有素，作战时熟稔兵种协同，在完成任务上，他们往往不需要协商，不需要大量的信息交流，就能够利用各自角色的技能特征实现最为默契协调的相互合作，协调一致地共同完成作战任务。行动的控制也已经内化为一种自然而然的临机反应，不假思索、眼到手到，这

在很大程度上降低了同步成本，提升了作战效果。这种自主行动与自主协同带来的同步效果也被称为自同步，当从思想到行动都内化成自觉时，同步的效果可想而知。

作战同步是保持节奏，形成具有对抗优势的有机整体的前提。自同步作为战争复杂系统的同步形式必将发扬光大。图 10-2 所示论证了信息时代这种作用的发挥过程。

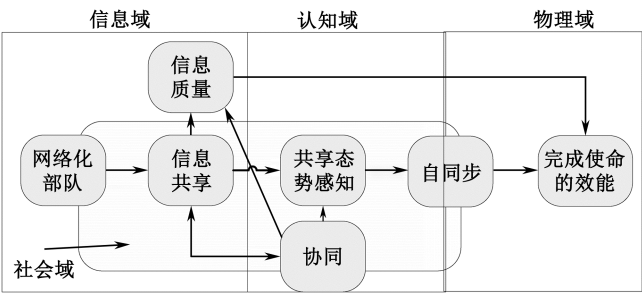


图 10-2 指挥控制作用过程

图 10-3 所示为美军的网络战概念框架。进一步阐述为：“围绕统一的作战目的，作战意图直达战术部队和末端武器平台。分布在不同战场空间领域的情报侦察、指挥控制、信息对抗、火力打击、全维防护、综合保障等作战实体，依托共享的信息系统，进行广泛的信息共享；利用战场共享态势图，实现共享的态势感知；各作战单元、要素实时将作战意图和相关的友邻信息近实时地传递给整个部队，并围绕作战使命任务采取必要的协作和相互协同；同步并行地在各自任务空间有序地展开交战活动，从而将信息优势上升到知识优势、决策优势，以换取时间优势，以精准联动求得效益优势，实现作战优势的强点聚焦；通过行动作用于物理域，达成不同单元之间的自同步，最后结果是作战节奏加快，反应能力加强，作战风险降低，作战代价（主要指伤亡）减少，作战效能提高，从而提升了作战效果。

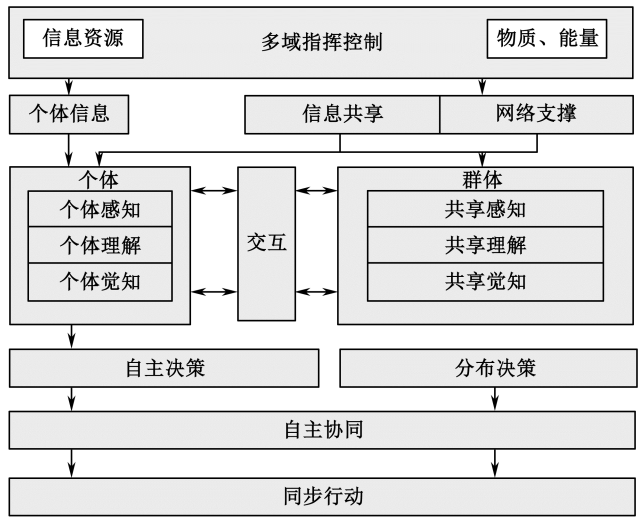


图 10-3 网络中心战的概念框架

任务共同体的“共同观念”，促进了成员对任务的认识，是成员形成同步的思想保证。个体都在正确理解任务基础上形成组织的整体意图，以此作为行动依据，将敏捷的行动建立在一致的认知模型之上，据此，个体不需要上级的干预，或者等上级指令之前就能对外部情况做出反应，切实按照作战意图，积极主动地进行局部作战。

尽管有了思想保证，但离开了行动能力，还不足以支撑作战行动的同步。就像交警让驾驶员学习交规来约束，但具体每一辆车还是要驾驶员自己操纵。所以，同步效果实现的最直接一环，是自主行动与自主协同。上级充分肯定下级自我管理、自我组织和自我约束能力，让他们在行动上掌握自己的命运。下级在全局作战意图和作战行动限制条件的范围内，在无法事先计划、动态变化的环境中独立规划复杂的操作步骤，各自实施局部战斗。

这样的重要性在困难的作战中尤其能显现出来，一旦部队出现了挫败，指挥控制遭到削弱，沟通能力下降，部队之间丧失联系，这时，各个单元依然能依据条令和训练水平，在相应时段里进行组织，按照一定原则

实施协同，主动分析所辖范围内战场情况，判断可能出现的战机，采取自主行动，使部队在较长时间内维持正常运转，从而避免造成混乱和低效。

## 10.3 作战行为

在自主行动控制中，当动作和行动变成类似条件反射的自发反应时，就可以认为是行为。行为是指人们一切有目的的活动。

拿行为与动作做比较，无意识是行为区别于动作的关键。行为是无意识的，通常理解为一种条件反射。作战单元在不断地训练和作战实践中，形成经验性的条件反射，保留为一些基本的战术动作，它无须再教，也无须外在指挥，这就是作战行为。

拿行为与行动做比较，无反馈是行为区别于行动的关键。士兵在行动过程中，需要观察作战过程、敌人的状态从而调整后面的动作。而像道路上遇到障碍时自动躲避的行为，就不受反馈影响。

行为不是随意的，一般来说都遵从着某种模式。像步枪手、机枪手及狙击手，他们的行为模式是不同的；步枪手快速、经常地移动，并且希望能够离敌人近一些；机枪手恰恰相反，他们移动常比较缓慢，而且倾向于在一个静止的位置提供掩护火力；狙击手不会靠近敌人，总是在距离敌人较远的地方开火。

影响行为的因素多种多样，根据德国心理学家勒温的观点，可分为内在因素和外在因素，内在因素是根本，外在因素是条件，共同决定了行为。内在因素主要指内在的心理因素和能力因素。心理因素反映实体想干什么，是主观条件，包括人们的认识、情感、兴趣、愿望、需要、动机、理想、信念和价值观等。有人循规蹈矩，有人特立独行，有人乐意冒险，有人甘于平淡，这些心理因素形成了指挥决策中指挥员丰富的行为种类。能力反映实体能干什么，是一种客观条件；如果具体场景中并不具备完成特

定行为的能力，即便有完成行为的心，也没有完成行为的力。能力相对来说比较抽象，在作战中，指实体通过若干作战过程完成一组任务，实现预期效果的能力。

约翰·霍兰将具有各色行为的鲜活个体描述为智能体。如图 10-4 所示，智能体内部模型是产生行为的内在推手，这个周而复始的循环运作过程可描述为：智能体感知环境，接收外部环境信息，综合分析外因（外因是环境和态势）和内因（内因是设定的任务和目标），运用规则集和控制器，从多个合理策略中做出选择，形成决策，并指导执行器产生行动。智能体根据行动后的效果，将当前现状与预设目标比较，作为反馈，调整行为，反作用于环境。

控制的作用，主要体现在规则集上。规则集是一系列原始传感输入和预先定义的规则集合。规则是智能体对战场态势做出反应的依据。智能体决策时根据获得的有效信息，判断决策条件，触发规则，得到决策结果。

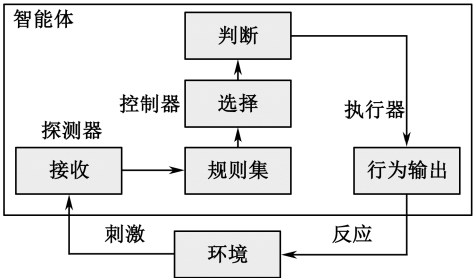


图 10-4 内部模型

## 10.4 作战规则

规则从宽泛的角度说，就是事物发展过程中遵循的规范和法则。最简单的形式，就是条件—结果型（如果—那么，IF-THEN）的因果结构。有

时还会出现各种组合条件的因果结构。

将作战中的影响因素规范化描述为一组条件和在这些条件下执行的操作和结果，就是规则，但作战影响因素交织，作为前提的条件因素可能不止一个，作为产生的结果也可能并不是一种。人的认识有局限性，使得因果关系有时会变成融入人类主观性的表达形式——贝叶斯公式。它建立在主观判断的基础上，也就是当你不能准确知晓某个事物本质的时候，你可以依靠经验去判断其可能属性的概率。

研究战争机制的复杂程度，不亚于龙卷风的形成（ $2^{50}$  的可能性）、星系起源（ $2^{350}$  的可能性）、大脑运作（ $2^{1000}$  的可能性）这些复杂问题，面对这样数量级的运算，别无选择，必须从可能的法则中选择一些可以信任的规则，并以此为基础建立理论模型。

在历史长河中，大部分军队都有一本基本的“战术手册”，这是几十年以来，军事人员经过长期战斗、训练、演习，作战经验日积月累逐渐形成的。它包含了作战过程中遵循的作战原则、作战条令、运用方法和协作规定等。进一步，抽取背后的全部知识，加以精心提炼形成战术、技术、程序，作为对作战规律的解读以及实施作战的制度保障。所谓技术部分，在内部系统中的实际形态就是作战规则。

有了作战规则，就可以帮助战场指挥员们在头脑里建立一种正确判断战斗模式的直觉鉴别力，使他们能够准确把握战争进程，及时高效地做出正确的决断。很多指挥员不需要运用逻辑推理、数学公式去计算下一步怎么做，也能准确地判断并做出正确的处理，就是受益于此。

以往建设和管理规则，区分作战的级别、层次、样式，把作战分解成若干阶段、时节，来构建框架。如图 10-5 所示，一个框架包含若干槽，规则彼此隔离，放在对应“槽”里，在运用规则时，寻找它处于何种的框架下，从槽里提出规则。比如，在图 10-6 中，一次作战中的“机动”就成了“开进时的机动”“展开时的机动”“冲击时的机动”等。然后对这些机动根据战法、战术标准确定行动规则。针对“开进时的机动”所确定的规则，



严格地应用于开进阶段，而不能应用于其他阶段。

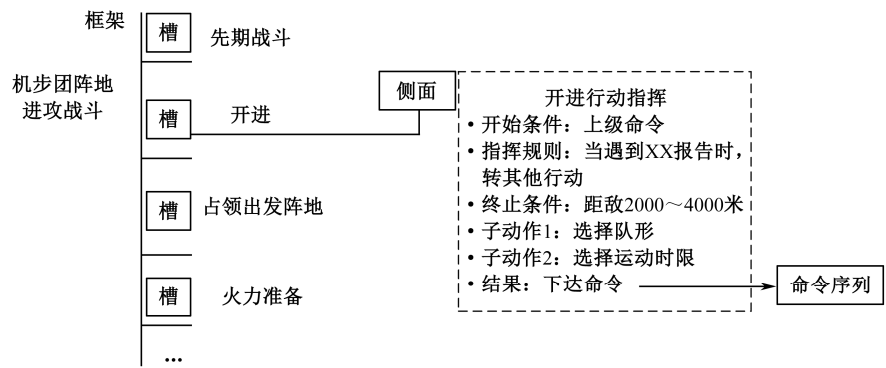


图 10-5 规则框架

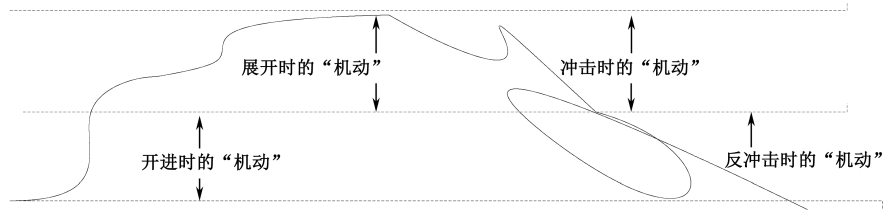


图 10-6 机动示意

规则确立，往往根据战争展现的外观，关注外显的行为。这种建立规则的方式，是基于“现象”的规则构建方式，其特点是描述一个外在“象”的过程，不是描述内在“理”的过程。以经验归纳为核，基于现象辨识行动，“就事论事，就形论形”，“把我們看到的现象精益求精地加以描述”，希望建立针对每一种现象的规则。如果系统足够简单，可以追踪系统中每一事件，并预测系统的详细轨迹，这种方法是可行的。

机械化战争相对简单，作战样式能够归纳，阶段时节能够区分，这样形成的规则体系层次分明、条分缕析，容易操作。而面对智能时代的战争，战争的形态千变万化，作战转化迅速，阶段、时节之间界限模糊，作战形态无法进行明确的辨识。

规则如果绑在具体战争形态这棵大树上，一旦战争形态发生变化，规则就像树叶，随风起而摇曳，随季节而更替，产生千差万别。如果背景战争形态改变了，规则就会随之凋零，就可能产生谬误。比如，大部分指挥员喜欢高质量态势图，因为这意味着可以从态势图中读取更准确的信息。但是有时指挥员不喜欢高质量态势图，原因是侦察分队带数字电台外出执行任务，在电子战的电磁干扰下，由于带宽有限，传送清晰态势图往往需要耗费大量时间，反而影响了任务的执行，这时，质量较低的态势图足够好用。所以看不到电磁环境的变化，就会囿于既有规则，在指导作战时产生失误。

某些现象常让人产生困惑，比如遇到“盲人打灯笼走路，他明明看不见，打着灯笼有什么用？”，智者回答：“如果他是怕别人看不清路，这是儒家；如果他是怕别人撞到他，这是墨家；如果他认为黑夜出门就必须打灯笼，这是法家；如果他认为想打就打顺其自然，这是道家；如果他借此开示众生，这是佛家；如果他明明看得见，却装瞎，这是政治家”。这则故事说明了“盲人打灯笼”这是一种现象，是种行为表现。单纯描述“盲人打灯笼走路”的现象，不足以解释这种行为，因此背后还有更深层次的规则（认知、思维模式）发生了作用，深层次的规则不同，虽然产生了相似的行为表现，却不能认为它们是一种行为。如果不深究规律之间的相互作用，就很难看穿现象。

某某阶段、某某时节的机动规则，最终都是形成了一条由若干点标识的机动路径。但同样的机动路线，分队可能执行普通的前进，也可能执行穿插迂回，它们显然是不同的。同样是开火，可能是固定火炮开火，可能是短停顿射击，也可能是行进间射击，它们也是不一样的。某一阶段时节描述现象形成的规则很难运用到其他阶段与时节。

因此，我们要突破传统思维，恢复作战系统的本来面目，在认识“事理”的基础上再试图建立规则体系。

## 10.5 系统涌现

认识“事理”就是要认识我们所处世界的道理。复杂适应系统向我们所展现的世界是一个生成演化的世界，它并不是静止的，而是不断涌现产生的动态世界。

孙子将战争的变化与声、色、味做比较，所言“声不过五，五声之变，不可胜听也。色不过五，五色之变，不可胜观也。味不过生，五味之变，不可胜尝也，故势不过奇正，奇正之变，不可胜穷也，奇正相正，如循环之无端，事无穷之”。孙子认为的彩虹、旋律和美食都是由音符、原色、五味自然组合的，虽然音符、原色、五味数量都不多，然而产生出复杂万端的组合，这个由少到多的过程就是“涌现”，由此可见简单可以产生复杂，就像五声、五色、五味本身是孤立简单的个体，但是它们之间相互组合，就可能涌现出无穷无尽的变化。

微小而简单的事物可以发展出巨大而复杂的事物，就像一粒种子逐步长成一棵大树那样，“涌现”以隐喻的方式说明了微观相互作用产生的宏观的多样性。复杂适应系统最迷人的地方，是适应性个体之间的相互作用会产生涌现现象，涌现现象在现实世界普遍存在，其多源于少，复杂源于简单，最终形成丰富的、生机勃勃的生态，体现充满生机的复杂性。

对于涌现，不少研究者从多个视角都试图对涌现给出解析或形式的定义。

J.Goldstein 定义涌现为复杂系统自组织过程中的一种新结构的出现。任何部分都不具备也不能直接推导出整体的性质，一个水分子不是漩涡，一个神经细胞也不是有意识的。

R.Stacey 定义涌现为许多参与者彼此交互所产生的整体行为，这种行为不能使用现有知识预测和估计。

Holland 提出复杂适应系统理论, 认为涌现现象的最重要的属性是复杂性增长, 会产生系统整体具有而部分或部分总和不具有的属性、特征、行为和功能。

Baas 区别了两类涌现: 可推性涌现和观察性涌现。后者指不能从低层结构中提取出来的高层过程。

Cariani 提倡模型相关涌现, 模型中包含用户所期望的系统的未来行为。如果系统的行为不是按照期望的方式, 即模型不能忠实地描绘系统的行为, 系统的行为就正式地成为“涌现”。

从知识的角度, 涌现也反映了新知识的产生, 知识视角的涌现表示如下:

涌现定义:  $S_i (i \in J)$  是关于知识结构的集合, Obs 是知识的发现机制。Int 是  $S_i$  交互的集合。  $S^2$  是一种新的更高层次的结构, 有  $S_i^1, i_1 \in J_1, S^2 = R(S_i^1, \text{Obs}_{i_1}, \text{Int}_1)$ ,  $R$  表示构造函数。如果  $P \in \text{Obs}^2(S^2), P \notin \text{Obs}^2(S_i^1) \vee i_1$ , 则  $P$  是一种涌现。

这些定义反映了涌现的不同性质。但共同点是涌现产生整体才具有、孤立的部分及其总和不具有的特性, 涌现不可预料地产生了新的属性和结构, 这就产生了现象的复杂性。部分一旦按照某种方式组成系统, 就会通过交互协作, 产生出只有系统整体具有而部分或部分总和所不具有的属性、特征、行为、功能等新的整体性质。而一旦把系统还原为互不相干的各个部分, 这些新的整体性就不复存在, 既不能在系统的低层特性中发现, 也不能在低层特性中推导。

## 10.6 宏观模式

涌现引发不断改变的不稳定状态, 导致连绵不断的新奇和突发事件。面对种种新奇现象产生, 要求我们能够认识、理解新的现象, 这都不是就

现象论现象能论得了的，执迷于表象，必将迷失于表象。

涌现现象看上去是无规则、混沌的，包含无穷尽的行为，无穷尽的变化，但实际上，你能观察到一些有序的行为模式。1979 年道格拉斯·霍夫施塔特用蚁群来隐喻：尽管作为独立的主体——蚂蚁的能力非常有限，但是蚁群在复杂环境中发挥了令人惊叹的灵活性。蚂蚁们有条不紊的协作，组建了自己的社会，产生了不同的分工合作，展现个体所不具备的宏观行为，包括新层次的产生、分化，多样性的出现，新的、更大主体的出现等，其精美有序的模式让人赞叹不已。

可见有韵律的宏观模式是涌现的结果，它不是依赖于主体本身，而是依赖于主体之间相互作用的具体交互模式，是一系列或简或繁的局部交互模式（局部规则）嵌套相互作用、相互制约，交织作用下的涌现。在不同的观察层次上，下一层次上的组合模式制约着上一层次上的涌现模式。比如踢足球，球场上球员之间的配合可谓眼花缭乱，可把这些复杂的配合分解到各个球员身上，不外乎接球、传球、跑位、运球、过人、射门等基本招式。

战争系统也是由一些基本的单元、行动组成的，但是这些单元、行动的组合，就像踢足球一样，能产生复杂的战法、战术。战场上对立双方交火、小冲突中的动作，像侦察、机动、射击、防护等，常被称为“分到不可再分的原子动作”，但经过组合，由执行的一系列基本战术动作（侦察、机动、射击、防护）组成了战术行动，由前后相继产生的一组行动组成行动过程序列。由不同层次的行动过程序列又组成不同层次或大或小的战斗，由战斗组成战役。经过组合后，动作的组合就不再是动作本身，在重组动作的过程中，就会涌现新的结构，产生新的战法、谋略。各种行动，是全局尺度上的涌现，不是自然赋予的结构，不能为规则直接预测。系统是自下而上涌现出来的，并不是自上而下设计的。复杂源于简单规则的涌现，一小部分规则和定律能够产生很多奇异复杂的系统。对战争运作方式的探索，描述战争社会的“行事处世”的准则和步骤，其实就是追溯战场

态势是如何从一系列简单的交战规则和行动原则下自然涌现出来的。我们可以把注意力集中在认识战争过程中的简单规则是怎样交互的，就能掌握战斗的普遍原理，准确地预测战争活动。

涌现现象提供对作战过程的一种新的理解，给研究不同规则之间的关系提供了一个很好的手段。我们试图回答，复杂系统的行为是否在某种程度上来自一组基本核心原则，高层次的涌现过程（突破、翼侧机动、包围等）和低层次的基本行动（移动、通信、射击敌人等）之间有没有基本关系？高层次的作战过程（突破、翼侧机动、包围等）和低层次的基本行动（移动、通信、射击敌人等）之间有没有基本关系？战争涌现现象与层次化的规则体系之间的必然联系在哪里？

## 10.7 规则体系

了解如何控制复杂系统，Epstein 和 Axtell 认为关键在于从“你能揭示复杂系统吗”变成“你能生长复杂系统吗”。通过对涌现（突现）进行分析，理解规则及规则之间的相互关联，生长出复杂系统。

规则之间丰富的交互，导致产生不同的层次。但研究战争的目的不是将最可能接近实战指挥员遵守的实际行为规则编制成千层饼式的庞大法典，而是构造一个符合“事理”且完备的规则体系，但完备并不是以数量来论，而是以规则能否完成相应的目标来论。如果规则不完备，则多多少少有些目标无法完成。反之对于规则完备的体系，对于任何目标，都能够成为可执行的目标。也就是说，庞大并不等于完备，尽管规则数量不多，但是仍然可能是完备的。比如学习桥牌时，我们常被告一些取胜的策略，像“树立长套”或“交叉将吃”等。但“树立长套”的规则不是能直接执

行的，可转化为尽量打己方手中占优势的花色，而使敌方不再有这样的花色，这样成为一个可操作的过程。而尽量打己方手中占优势的花色，和使敌方不再有这样的花色这两个规则就比“树立长套”更基本。试图寻找最少的简单规则、创建最简单的模型，通过交互催生系统产生演变或进化，这样有助于降低规则的数量及规模。

复杂适应系统理论的“积木”概念也可以用在里。规则是为达到某个目标而使用的知识积木，将其作为解决新问题的基础，用搭积木的方法处理新问题，应付新目标。因此，在塑造战场规则体系时，从认识简单行为的规则起，找到一种最简单的规则体作为积木，在明确行为主体之间丰富关系的基础上认识规则的交互，梳理规则所属的不同层次，力求通过尽量少但组合起来能完备描述的作战规则集合来体现作战原理和规律。

复杂适应系统模拟蚁群、鸟类聚集分形行为，证明了每个部分都遵循非常简单的规则，可以让集群完成非常复杂的任务。最好的例子就是鸟群，数百只鸟可以行动一致，就好像它们中间有一只鸟在指挥，它们会朝一个方向加速，然后一起转弯，再朝着新的方向，以新的速度前进，相互之间并不会撞上。它们整齐一致地飞了上千里。“显然鸟群没有成文的战略，也没法从头领那儿得到指令，它们如何做到的呢？”仿真发现，只有三个规则“①分离，不要离任何东西太近，包括其他类鸟；②排列，与附近鸟的速度和方向保持一致；③内聚，朝感知到的周围类鸟群的中心靠近”。这就说明遵守非常简单的规则就可执行非常复杂的任务。

在军事领域，Dockery 和 WoodCock 在论文中设计了捕食者—猎物规则，对军队和反叛者的交互进行建模，并提出了多种不同的最低限度模型，后人进一步对 Dockery 最低限度模型改进，描述了部队前进、交战及撤退等指挥决策规则，并提出假设认为，尽管有数量巨大的可能局部规则，但所有规则的宏观层次涌现行为可以归结为四类元规则的作用——侦察、机动、指挥、开火。给出的规则并不多，但借助简单组合具有了强大的描述

能力。这令人信服地证明了只用一小部分的规则，就可以得到关于类似军事力量行为的复杂精美模式。

原始规则数量并不多，也并不难把握，这为我们借助简单的规则塑就战场规则体系树立了初步信心。对于大规模的复杂战争系统，表面上复杂的联合战术行动，看似纷繁的战术配合，本质上却是由一组简单的动态规则交互所引起的。对比传统描述的军事现象要在了解全局基础上分别明确各个层次上的细节而言，这种组合简单规则的方法所需要了解的细节非常少。

我们将行动分解到某一模块单元的几个简单的战术动作，对应得到一些可以操作的简单规则，低层次的简单规则组成了规则的集合，规则集合的一部分又和其他规则聚集并作用，形成规则的框架，这样它在不同的时间尺度上相互作用，不断地组织下去，形成种种关于战争现象的规则体系。具体过程步骤包括：

步骤 1：研究战争系统在不同情况下会有哪些不同的行为，它们之间究竟有哪些联系和相互作用，观察这些行为能通过实体的哪些动作反映，以及它在不同条件下随时间怎样变化的动态特性，归纳从底层行为涌现出高层属性和行为的普适模式。

步骤 2：在反映作战本性的基础上，运用先验知识寻找出一组尽可能简化的基本规则。将复杂适应系统建模为由规则和交互描述的系统，微观层次是刺激—反应模型，按简单规则在局部发挥作用。在宏观层次是回声模型，用来描述环境的反馈。

步骤 3：在局部规则支配下，实体之间及与环境之间大量交互，使得社会结构和群体行为自下而上涌现，创造新的作战行动与模式。依赖直觉，精心观察不规则行为中隐含的模式；对涌现的整体现象进行探索性的研究，了解“是什么构成了对所观察的现象和涌现现象的合理解释”，确认、识别和理解高层行为，对涌现模式的生成机制进行研究，用有效的数学方



法简单地描述改进实际系统如何运行。

步骤 4：观察现实世界和仿真世界的高层行为。如果底层规则通过模块组合能得到预想的系统高层行为，就可以认为规则是正确的；如果得不到预想的系统高层行为，就说明最初的规则及依据涌现分析出的规则未必是正确的。当看到规则构建的虚拟世界涌现出违背真实世界的行为，就要深入细致地加以分析，考虑是不是规则模型出现了问题，如果有问题，从涌现现象观察中进一步找到有意义的规律，及时修正底层规则，补充进系统，以求产生符合预期的行为。这一步骤，强调现实世界的经验和理论之间的相互影响。

步骤 5：对模型进行完善，进一步调整基本规则，采用积木的思想将经过检验的规则组合使用，生成新的规则。按凯文凯利的说法，这是重混。在做重混时，首先要做一个拆解，把它拆解为非常原始的状态，再以另外一种方式进行重组。只要有足够多的重混次数，以及搜索其中各个部分的方法，我们就能发现可能的涌现模式。其中经常出现的某个部分就看作以后换用的基本规则积木。为充分而正确地构建作战规则体系、研究作战机理提供源源不断的动力。

重复步骤 1~步骤 5。

图 10-7 展现了我们的研究过程，这是一个融合自顶向下和自底向上的双向过程，从而使得规则塑造的虚拟世界与真实世界不断接近。尽管这个过程并不难懂，但却是一个野心勃勃的工程，可以称为战争的“基因测序”工程，底层的元作战规则为数不多，可以作为作战的“基因”，是最基本的知识元。之所以难，因为它像寻找“基因”一样，一方面基因难找，另一方面，即使基因找到了，也不一定能“聚合出人体组织”，要依赖无数次改变参数，探索找出行为变化根源的过程，通过实践“学习”和“积累”基因组合的经验，并且根据学到的经验改变基因的组合方式。

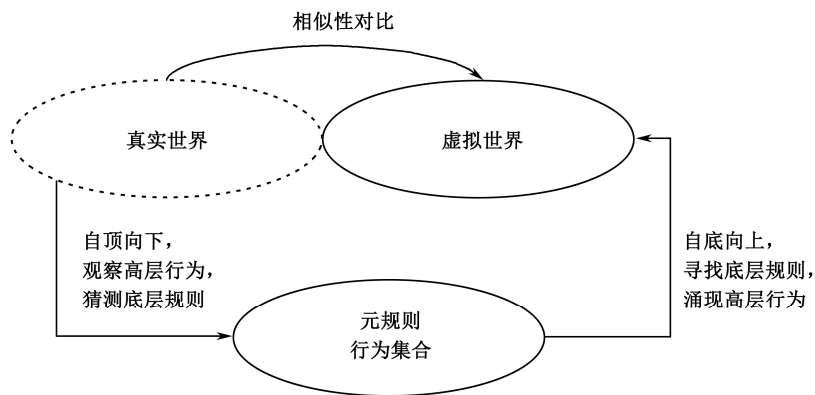


图 10-7 研究过程

## 10.8 如何控制

如果意识到组织行为是简单个体行为涌现的结果，就可把握为数不多的规则“基因”，并内化到个体中。由个体自觉、主动的简单动作应对可能出现的情况。像蚁群等生物系统，没有中心控制，仅依靠局部规则协调，在大量主体相互关联、相互影响下，都能自组织成为一个有秩序、稳定的系统，产生宏观的有序行为。

微观层面的规则控制足以引起宏观层面的整体效果，这给“将在外，君命有所不受”的自主行动控制提供了理论依据。无须一味加强集中的组织决策能力，取而代之的是精心制定的微观规则。这或许会成为蜂群作战、自适应作战、无人作战保证“行动自由”的技术途径。

基于相当简单的规则，可以控制一个复杂动态系统达到某个给定目标，但在没有洞察所有规则前，我们并不清楚，哪个规则更适合。对于蚁群系统，人们曾经发现了一种真实蚁群中存在的一种现象——“蚂蚁漩涡”

现象。这种现象中，可怜的蚂蚁围着一个中心点进行无休止的转圆圈运动，直到力竭死亡，这种现象称为不合理规则的黑洞——蚂蚁所遵循的“信息素选路规则”导致了它的死亡。诚然人类社会的复杂程度与蚂蚁社会不能同日而语，但人类社会的群体癫狂、拥挤踩踏、迷信恐慌、银行挤兑，这些表现与蚂蚁漩涡又何其类似。解决这些问题，一种是寄希望于外界环境的改变，使挣扎者脱离漩涡，一种是不断接受环境的反馈，在适应的过程中，积累经验，并改变现有规则。蚂蚁只能被动地寄希望于天，而人作为万物之灵则更多靠自己。

人类能够在进化过程中脱颖而出，成为万物之灵，绝对不仅仅是运气，也不是上帝之手的拯救，而是自然演化的结果。人具有自适应、自调节能力，能接受环境的反馈，能根据学到的经验改变自身的结构和行为方式，并反映在人的基因刻录过程中。

我们不需要系统结构的全部知识，但离不开必要的反馈，来不断完善对真实世界的认识。具有适应能力的个体，反馈就是根据行为的效果改变行为的规则，并伴随不断观察与修正的一个永不停止的循环，从而在客观环境中生存。

任务共同体作为适应性组织，体现了作战实体的自适应性及在组织层面的自组织性。它们不仅能在特定的环境面前根据条件选择出一部分上下文最相似的规则，而且在从未遇到的新环境面前，也可以突变产生新的规则。这种蕴含了反馈机制和创新机制的规则生成方法，能促进规则体系从无序到有序，从低级到高级，不断完善规则的层次结构和功能结构。规则对任务共同体组织进行有效的行动控制非常重要。任务共同体中所有的成员共同理解作战规则、掌握作战规则、遵守作战规则，规则被组织潜移默化形成塑造群体的思维和行为，最后内化为个人认知的一部分，从而达到从思维到行动的一致，这样就能自主地协同与行动，部队整体运行趋向同步。



# 任务共同体指控模型

- 11.1 指控系统
- 11.2 指控模型体系
- 11.3 新增模型
- 11.4 任务描述模型
- 11.5 OODA 指控过程模型
- 11.6 智能决策模型
- 11.7 网络效能模型
- 11.8 模型应用设想

## 11.1 指控系统

任务共同体给我们提供了共同观念、动态绑定和行动自由等机制设计，但要想落到实处，还要依托指控系统来达成。指控系统用于军事信息的获取、处理、传递、决策支持和对部队实施指挥控制，为指挥员提供快速便捷的综合指挥手段，提高指挥效率、缩短作战反应时间。随着时代发展，指控内涵不断增加，技术元素与功能形式不断丰富，指控系统将会成为集指挥控制、预警探测、情报侦察、通信、电子对抗和其他作战信息保障等功能于一体的大型综合系统。但目前指挥控制系统还不完善，功能主要集中在获取、存储、数据处理和通信方面，只算得上是一个操作信息的信息系统，指挥员关注的指控过程管理和辅助决策分析功能还很缺乏，对于支撑任务共同体想实现的灵敏、精确、鲁棒的指控能力更相距甚远。

基于任务共同体指挥控制的特点，系统需要的功能包括：

### 1. 支持形成对任务的共同理解

“共同观念”机制也就是要使作战单元正确地理解任务。含糊、随意的描述将降低指控的精度。因此需要系统支撑对任务语法、语义到语用的描述，防止任务在传递、理解过程中产生偏差。

### 2. 支撑适应任务的组织重构

“动态绑定机制”就是要使指控结构灵活地适应任务。任务共同体具有一定的适应性，需要指控系统保持组织结构的多变性及各组元的自主

性，构建能灵活组合、切换的指控过程。

### 3. 具有转化为行动的智能

“行动自由机制”就是要使指挥决策应变能力强，智能程度高。基于任务共同体的指挥控制要求指控系统聚焦到支撑决策上，发挥认知领域的优势，具有将任务理解、转化为行动的智能，以准确高效地完成指挥决策。

任务共同体的相关机制的实现，与智能技术有千丝万缕的联系，比如第一项需要智能态势感知、智能语义理解、智能信息融合等技术支撑，第二项需要智能任务规划、智能流程重造、智能适应重组等技术支撑，第三项需要智能认知行为、智能行为决策、智能学习等技术支撑。一言以蔽之，智能技术的支撑下形成的指控系统将是一个智能化程度高的指控系统。

人工智能的三驾马车是“算法”“数据”“算力”，在指控系统中，模型是“算法”“数据”“算力”的成果，从这个角度，建设智能化时代的指控系统，首先是模型建设。

## 11.2 指控模型体系

模型指人们为了某种特定的目的而对认识对象所做的一种简化描述，“是对客观事物简化反映和抽象，是对实际原型的仿真，是理解和反映事物形态、结构和属性的一种形式”。

如图 11-1 所示，指挥控制类模型包括指控概念模型、指控过程模型、指控决策模型、指控效能模型等，共同构成指挥控制模型体系。

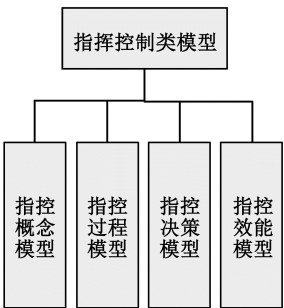


图 11-1 指挥控制模型体系

1. 指控概念

图 11-2 主要说明了一些基本的指控概念，以及在概念模型之间的交互。

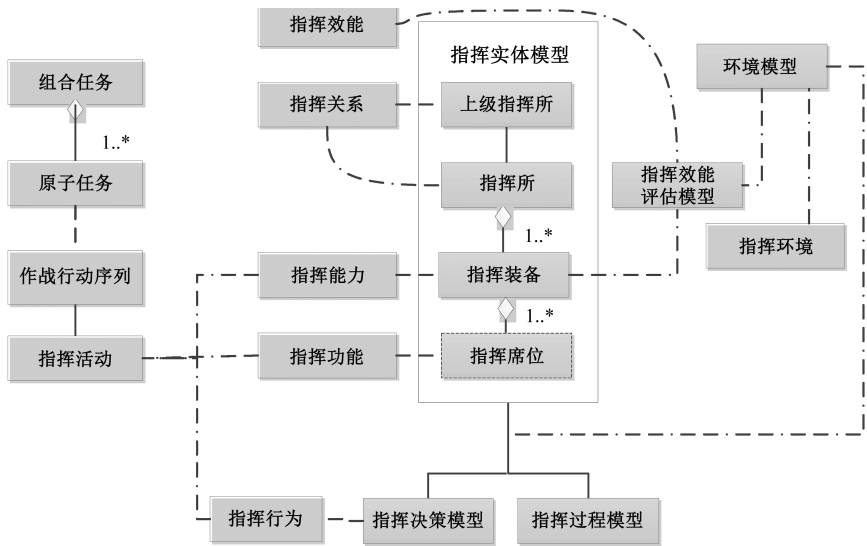


图 11-2 指挥控制概念及交互

战场上的实体既是作战行动的主体（执行者），也是作战行动的客体（作用对象），它分为行动实体和指挥实体。指挥实体与各级指挥所、指挥装备或指挥席位对应。指挥实体之间的关系就是指挥关系，由指挥关系形



成了指挥结构。指挥实体完成动作的内在驱动就是指挥行为，指挥实体行动的效果就产生了指控效能。指挥实体链接了指控概念中的指挥流程、指挥决策、指挥结构、指挥效能等模型。

## 2. 指控过程

指控过程是指挥实体为完成任务进行的指挥活动过程。如图 11-3 所示，指挥过程基本环节包括了解任务、分析判断情况、定下决心、拟制计划、下达命令与指导、计划融合、计划执行、重新决策等步骤。针对任何一项指挥内容所进行的决策活动基本环节可以归结为情报、决策、执行、反馈四项基本活动。如图 11-3 右图，在一个决策周期内，收集情报，将决策转化为行动执行的命令，命令执行后的行动效果作为下一步反馈，去完成新的决策。

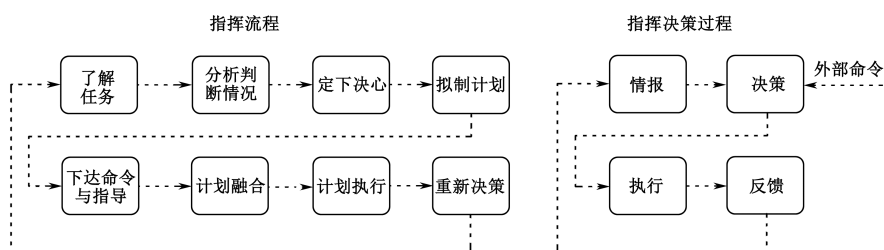


图 11-3 指挥控制过程示意

（左图：基本指挥过程，右图：基本决策过程）

## 3. 指控决策

指挥活动包括指挥决策活动及勤务活动两种类型。指挥勤务活动是指指挥实体的外部活动，指挥决策活动是指指挥实体的内部活动。如图 11-4 所示，指挥决策活动基于一定的指挥任务上下文，当执行不同的任务时，指挥行动及决策内容不同。能完成指挥决策活动是指指挥实体区别于行动实体的地方，而围绕任务执行决策活动的相关功能是指指挥实体的核心功能。

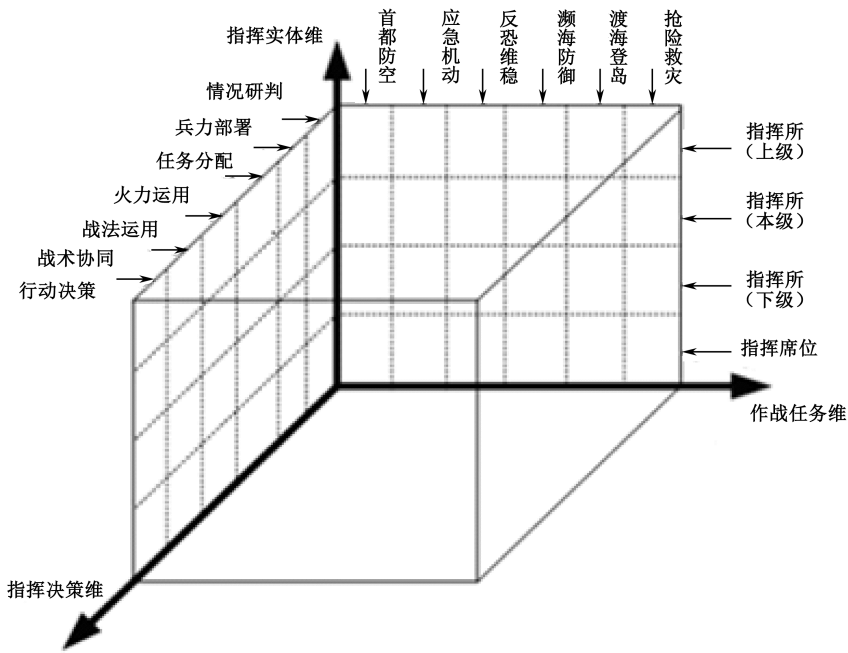


图 11-4 指控决策活动

4. 指控效能

图 11-5 是指挥控制效能发挥的途径，指挥效能最终体现在行动效果上。所以指挥效能评估在很大程度上也要根据行动的效果来印证。通过指挥效能评估，就可以达到根据作战反馈，定下新的决心，不间断实行连续军事行动的目的。

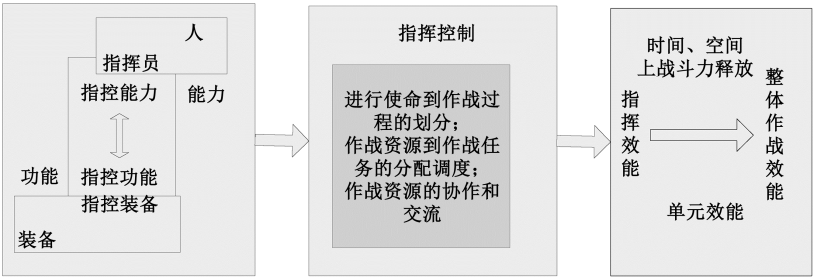


图 11-5 指挥控制效能发挥途径

## 11.3 新增模型

基于任务共同体的新型指挥控制与传统作战有很大不同，这对模型也提出了新的需求：

### 1. 概念模型方面

我军传统对于军事概念重自然语言描述，轻规范量化表达。新型指挥控制随着理论发展不断涌现出新的概念，比如适应性、共同体、认知域、任务指挥、自主协同等新生概念，以及协调、协商、信息共享等新型关系，这导致概念含义变迁、移义。

新型指控模型要求规范概念描述，形成指控概念的形式化表达，并不断完善指控概念。对于任务共同体而言，任务概念模型是重中之重。

### 2. 指控过程方面

传统指控研究以统一为目的，把指控过程看作由一系列相对明确、先后有序、首尾衔接的若干阶段或基本环节构成的一个较为固定的过程，意图建立标准可操作的指控步骤，便于按部就班地展开工作，但也相对简单、僵化，不能体现未来指控过程中丰富的控制活动，仅适用于工业时代集中的指挥控制。模型描述了指挥控制的一般过程，但重流程轻适应，重运行轻演化，过于固定、死板。

在信息化时代，集中式组织结构逐步向边缘式组织结构演化，新型指挥控制不再坚持以统一为目的。为满足多样化军事任务需求，保证指挥控制的合理、高效，其指控过程不能是机械的，需要具有一定的适应性。

### 3. 指控决策方面

传统作战重视物理域，轻视认知域，传统指挥决策重周密决策，轻临机决策，其决策模型把认知行为看成是僵死的、静态的公式，没有考虑已知的限制、偏见或判断误差，难以反映诸如压力、疲劳、冒险等因素对决策的影响，难以刻画反映高度主体意识的人类认知活动，难以应对快速变化的任务环境带来的不确定性和偶然性，即便是最简单的机动决策，模型也会抛出很多处理不了的异常，只能交由被认为是高度智慧的指挥员来处理。

未来战争，剥夺、消除对方的认知能力成为制胜的重要模式。但单纯依赖人的认知来观察战场、理解战场态势、分配任务变得越来越困难。因此，新型指控模型要求发挥认知领域的优势，描述认知行为，建立智能程度高、应变能力强的指挥决策模型来辅助指挥员透视复杂战场，敏捷高效地应对复杂态势，做出决策。

### 4. 指控效能方面

传统作战毁伤建立在传统的消耗战、歼灭战的基础上，敌对双方将时间、空间、作战任务、作战阶段等进行划分，通过每次战役、战斗的作战效果累积，达成最终目的。所以模型重视兵力火力，轻视网络支撑。效能模型对指控组织和结构影响考虑得较少，反映不了指挥控制网络对作战的支撑作用。有的在兰彻斯特作战模型中引入战场感知系数和信息优势系数，对信息化影响的程度、方式进行度量，但仅仅通过增加指挥控制的参数来修改传统损耗模型，可谓“换汤不换药”，效果甚微。信息化条件下作战已不仅仅表现为炸药和钢铁的消耗，也不局限于对一城一池白热化的争夺，还表现为体系与体系的较量。任务共同体指控效能模型要求反映指控网络对作战的支撑作用，突出指挥控制结果对作战效果的加成作用。

综上所述，传统指控模型曾经发挥了很好的作用，但存在概念框架不

完善、难以建模灵活的指控过程、难以建模信息域与认知域、难以体现人的作用等问题。

当我们对任务共同体指控机制有一定认识之后，构建符合其特点的指挥控制模型体系、创新建立新的模型势在必行。如图 11-6 所示，对任务共同体新建模型包括：

- (1) 在指挥概念模型类中，新建任务描述模型。
- (2) 在指挥过程模型类中，新建 OODA 指控过程模型。
- (3) 在指挥决策模型类中，新建智能决策模型。
- (4) 在效能评估模型类中，新建网络效能模型。

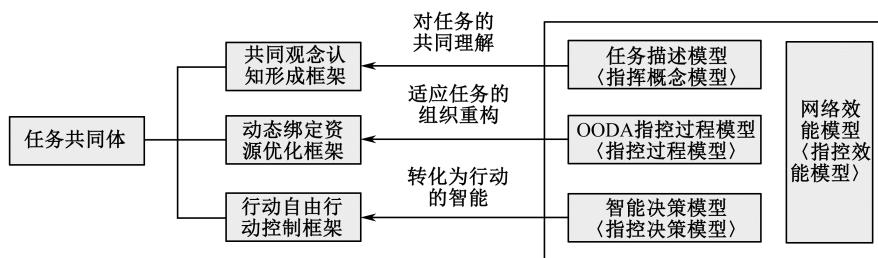


图 11-6 任务共同体新增模型

## 11.4 任务描述模型

任务共同体首先要建立对任务一致的理解。在一致理解的基础上，对任务进行分解，将上级意图转化为本级作战单元的作战行动。

在前面我们提到信息有三个层面：语法、语义和语用，任务信息也不例外。如图 11-7 所示，为了获取语法一致性，军事人员运用军语词典来标准化军事文档，最简单的处理方法是对概念分类，建立目录、术语表，但

是术语仅为列举，对概念本身没有太多解释。一般军事文书就是在术语概念支撑下的产品，并不标准规范。后来人们对重要的概念，建立了词典，按照一定的分类标准和逻辑规范对概念分类，并对其内涵进行了阐述。像《军语》就是这样的一种词典，有了军语之后，拟定作战文书时就要使用军语规定的词汇，这就使得很多概念在语法用词上得以一致，比单纯使用传统军事隐喻的方法提高了描述的清晰度。

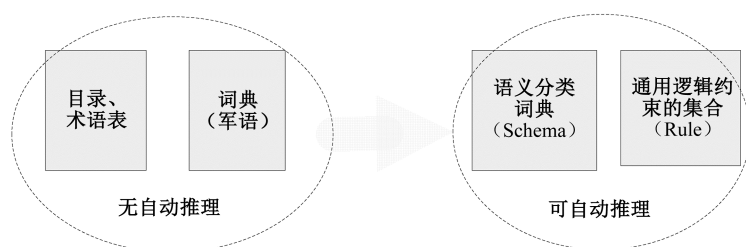


图 11-7 概念处理方法的变迁

单纯语法一致，对于部队来说还是很难理解，相同的词汇可能有不同的语义。例如，一个“包围”战法，在古代意味着“平面的包围”，如今则是“立体的包围”。另外，相同语法描述的战法可能具有不同的意义。双方交流时运用的同一词汇，在意义上可能存在差异，例如“突破”，可能发生在“行军准备攻击时”，也可能发生在“防止被包围时”，不同场合说的“突破”的意义不同。军事概念包含了大量的背景知识，这也带来了概念的深层语义，军语词典并不能完全解决语义不一致问题。

下达任务就像说话，要说的话必须让别人能听懂，避免交流双方产生“语义不一致”。人们常怀疑在任务转化为行动时，上级下的任务命令跟下级说的一回事吗？命令跟自主系统中驱动行动的指令内涵一致吗？驱动行动的效果能和预计一致吗？事实上，不同的实体，由于经验、文化背景不同，真正做到一致是很难的。所以，消除“语义不一致”带来的理解障碍是首要问题。

语义一致性，是不同人员、系统间交换观念的前提。传统基于自然语

言的描述，常随传播过程产生差异，以此传递命令、推理决断易出错。举个例子，像野营拉练时，从头到尾传递一组命令，到最后一个人接收命令时往往面目全非。

建立一致的语义表达，常用的方法是语义分类词典（Schema）。语义分类词典注重了对概念的分类、知识的表示、相关的约束，能得到比较全面的信息。从军事人员的角度来说，Schema 中的概念，不仅是定性的词汇，而且还包含了战技术标准所涵盖的各种定量信息，以及条令条例规定的各种规则，是一本机器能够读懂的语义辞典。概念模型对相关概念进行定性分析和描述，就能建立比较规范化的概念语义字典。

建立指控概念模型是个庞大工程，20 世纪 90 年代以来，以美国为首的北约军事领域相继组建了 SAS-050、SAS-065、SAS-80、SAS-85 等研究小组，提出了 C2 方法空间，指挥控制成熟度模型等概念模型，其中，北大西洋公约组织研究分析和仿真工作组开发的 SAS-050，这种用来实现指挥控制功能方法的概念模型，包含了 300 多个特定的变量并设置了 3000 多条变量间的关系，重点探讨了指挥控制信息域、个体特征和行为、团体特征和行为及价值视图等。兰德公司的 Builder 提出“指挥概念（Command Concept）”模型中运用分层内嵌式结构，包含时间、尺度、情形感知等十个方面的要素对指挥员的目标进行建模，使指挥员的行为和想法的质量能够做一定程度上的评估和衡量。

我们这里不想展开那么多，仅仅讨论建立任务的概念描述模型。在对任务概念理解的基础上，通过语义表示技术，精确地抽取和描述领域知识，完成对概念的一致表达。

作战任务牵引具体作战行动，本质上也是一组知识单元，其明确了任务背后的一组知识“5h”（5h, when, where, who, why and how）。知识涉及多个类别：静态知识、动态知识、规则知识和过程知识。

图 11-8 和图 11-9 是 OWL 工具 Protégé 产生的。运用本体的描述语言 OWL 建立本体模型，对任务概念进行形式化规范，通过类、关系、属性和

实例组成的四元组来描述概念及它们之间的关系，并用概念层次、多边关系、逻辑规则对概念加以建模。图中，正方形表示类，箭头表示属性，一些隐藏的结构可以通过点击类框旁边的加号展开。这里任务（Task）对应了一组 CoA 行动过程序列。行动过程序列包含一组动作（Act）的集合（ActList），一组决策关键点（DecisionPoint）的集合（DPList），一组关系（Relation）的集合（ReLationList），以及一组条件（Condition）。其中动作和关系关联，就构成了作战行动实施的逻辑关系——动作之间顺序、并发、选择、同步、循环等。每个动作都是实体（Entity）运用资源（Resource）完成的过程。

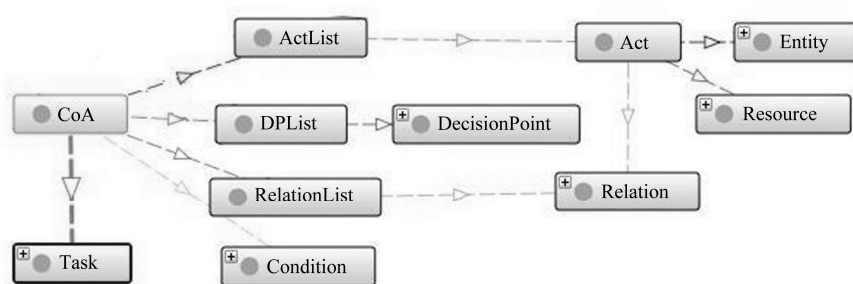


图 11-8 本体模型

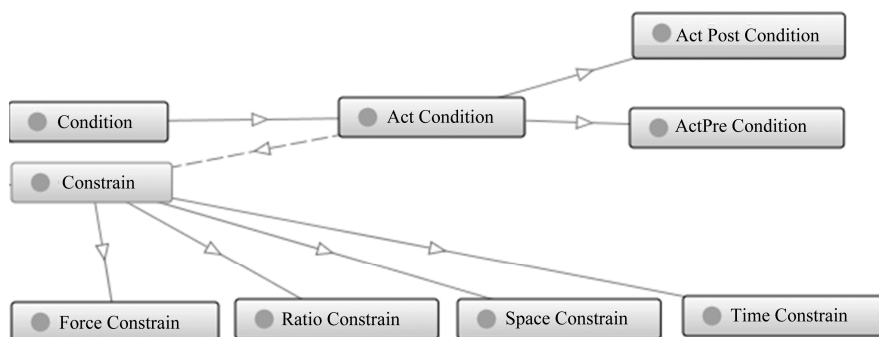


图 11-9 行动条件类



每个行动都是在一定的条件（ActCondition）下执行，条件包含行动前条件（ActPreCondition）和行动后条件（ActPostCondition），前者反映是否执行该行动，后者指定反映行动执行效果。条件是由与、或、非所构成的约束下的组合条件（Constrain），分析外界自然环境因素（如地形、气象、天候等）及人为因素（敌方行动、上级指示、自身属性等）对其执行任务的影响情况及完成任务的可能性得到约束条件，这些约束包括战斗力约束（ForceConstrain）、双方对比（RatioConstrain）、空间约束（SpaceContrain）以及时间约束（TimeConstrain）。条件和约束构成实体执行任务的主要基础与依据。

可见，概念模型明确了概念使用的上下文，提炼了概念背后的知识元，包括事件、认知、动作等各种知识。就拿时间约束和空间约束来说，定义了下述几种时间关系{<先于 Before, 遇到 Meet, 重叠 Overlap, 经过 During, 开始 Start, 结束 Finish, 等于 Equal>}。这就可以描述行动何时开始以及运用的范围。

## 11.5 OODA 指控过程模型

指控过程模型对指挥决策的活动过程提供通用的模型。模型要描述的活动包括：

### 1) 指控实体的活动

任务共同体要通过动态调整关系、流来适应任务环境的变化，包括指挥所的建立、撤收、转化，以及内部指控流程设置与调整。

### 2) 信息流的活动

指控信息流是情报信息、控制信息、协调信息等指挥系统中的流动过程，一个完整的指挥信息流是从“目标感知”到“目标摧毁”的一个复

杂有序的过程，包括产生、处理、使用信息的一条完整的信息功能链路，涉及信息采集、处理、分发共享、决策与火力打击的一体化流程，需要分析内部的信息流向与参数关系。

### 3) 控制流的活动

任务共同体指控过程中包含了丰富的控制模式，包含集中控制与分散控制、直接控制与间接控制、计划控制与命令控制、前馈控制与反馈控制等。要求从工程化的角度加以描述控制，归纳出相对固定模式，并通过诸如条件或者过程的相关次序来表示。

传统建模中，我们关注实体的活动，而比较轻视信息和控制流程。美军网络中心战指挥控制概念框架(NCO CF)描述了一类C2过程模型，就比较注重对信息、控制等流程的归纳。下面是一些典型的C2过程模型：

(1) CECA (Critique, Explore, Compare and Adapt) 模型，将整个指挥控制看作态势和指挥网络的耦合，指控过程由观测 (Observe O)、信息 (Information I)、控制 (Control C)、处理 (Process P) 四部分组成。

(2) IMIS (Information, Mining, Initiative, Sensing) 指挥控制模型中，情报被分解为态势感测、态势合成、态势发觉和态势推演，由信息搜集、信息融合、信息挖掘及计划识别等环节实现。

(3) 在 RPD (Rapid Pattern Decision) 指控模型中，增加了许多与所选择的决策行动相关的过程，包括五个高层操作：观测、评估、决策、指示、执行。

(4) 博伊德提出了 OODA 模型，包括观察、判断、决策、行动，成为最著名和最常用的 C2 过程模型。

(5) 劳森-摩斯环模型，包括感知、处理、比较、决策、行动；“比较”就是指挥员参照期望状态检查当前环境状况做出决策，制定适当的行动过程，以改变战场环境，夺取优势，实现指挥员影响环境的愿望。

其中，OODA 环名气最大，军事含义也更为清晰，与军事人员理解相符，优势在于为研究人员提供了一种描述冲突的方法，在解释指挥控制战

中敌我互动关系时非常成功。故而考虑以“OODA”环为通用指挥决策过程建模。

以往作战指挥控制区分为组织战斗阶段的指挥控制和战斗实施阶段的指挥控制。未来战斗的突发性增强，战斗阶段时节转化迅速，战斗组织和实施过程之间的界限不再那么分明，按照对新型指挥控制过程的理解，无论是战斗组织还是实施，本质上都是 OODA 环展开的。

OODA 环的发明者博伊德将 OODA 环看作一个指挥控制环，两者作用过程非常相似，如图 11-10 所示，指控系统接受传感器的态势感知信息和通信管理器提供的它方信息，感知环境和自身状态，决策者要先在情报融合基础上进行情况分析判断（O），对感知信息和当前的战场态势进行理解；以此为基础辅助方案制定（O），得到几个预案；对预案进行评估后，优选作战方案，定下作战决心（D），然后根据任务目标进行规划形成下一步行动计划；最后基于计划下达指令，驱动行动执行（A），执行效果将改变环境和自身状态来指导作战力量。进一步根据战场态势变化，调整下一作战阶段的目标，指导下一个作战周期计划的修订和完善。

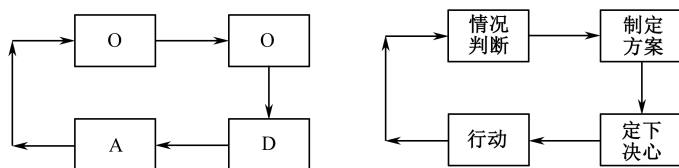


图 11-10 OODA 与指挥决策的比较

上述过程只是反映了指挥控制的外部活动过程，但产生想法的内部决策过程，以及信息转化为知识的内部活动过程却被忽略了。因此如图 11-11 所示，模型扩展了 OODA 环，充分考虑了认知域，把内部的感知—认知—选择—行动的基本认知形成环接入外部的情报—决策—执行—反馈环，以基于认知活动描述内部决策。含义是外部世界的变化刺激大脑，使之根据变化的情况提出相应的各种假设，对各假设进行推理，选择一个最为恰当

的响应方案，将此响应方案施加到外部世界，引起外部世界新的变化，进一步引起新的决策过程。

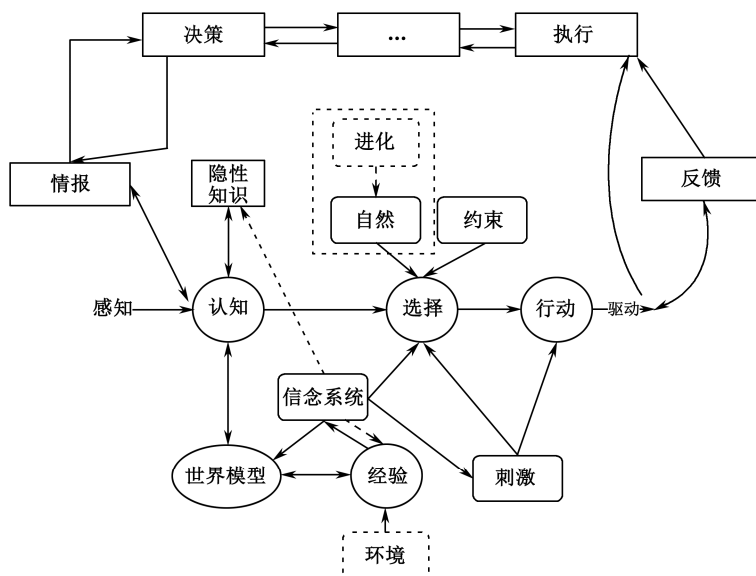


图 11-11 扩展内部决策过程的 OODA 模型

所有 OODA 环的过程和核心理念是相似的。但从系统的角度，单一环不足以反映分布式的指挥决策环境。任务共同体实体之间存在着广泛的协作和信息的交换，形成一个更分散的过程。图 11-12 所示是带指挥层级的 OODA 过程模型。战争中的 OODA 环带有层级属性，作战编成内不同层级的部队拥有自己特定的 OODA 环，这些指挥控制环相互嵌套，沿横向时间轴连续推进，内环周期短、外环周期长。高层控制更多的层级和事务，低层在高层 OODA 环之内运作。在战术级作战系统中，最低层近距离武器系统的闭环是标准的单实体 OODA 过程，而合成指挥所、指挥所、指挥席位等的 OODA 过程与之略有差别，不仅需要考虑指挥实体自身的 OODA 环，还要考虑实体之间的信息交换、态势融合、配合协同，这一点在单实体的 OODA 环中并不明显。OODA 环之间的联系将部队凝聚起来，

使其在作战时协调一致地行动，又丰富了单环的形态。

另外，在处理差别较大的不同复杂任务时，任务共同体通过模体来应对，模体是反复出现的结构，针对不同任务场景的 OODA 就与模体关联。比如，有一种 OODA，反映了态势融合中反复进行的侦察过程，以及多传感器的信息综合过程。我们在深度挖掘、归纳不同国家指挥风格、指挥机制的差别的基础上，结合指挥决策个性、心理描述，组合 OODA 环，形成可灵活组合、切换的指控过程，保证不同指挥模式、流程的相互切换，提供指挥控制的灵活性。

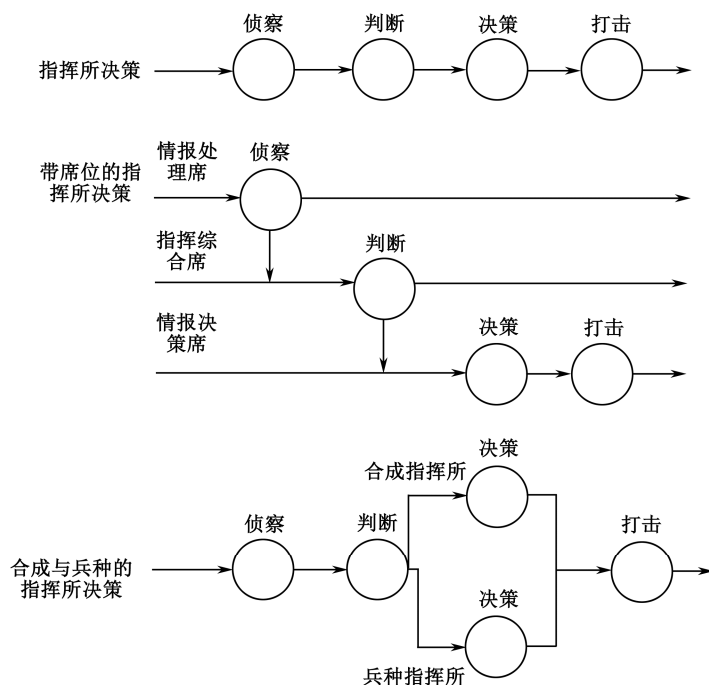


图 11-12 对应指挥层级的 OODA 模型

## 11.6 智能决策模型

未来战争中，基于任务共同体的指挥决策将会从重形式变为重内容，把更多的注意力从聚焦固定指控过程转向灵活机动的指挥决策，以反映指控的本质追求。

指挥决策是在对当前任务、地形、敌情和我情综合理解的基础上，充分运用各种认知活动（如目的、感觉、注意、动因、预测、反应性、运动技能、计划、模式识别、决策、动机、经验及知识的提取、存储、执行、反馈等）达成。认知活动揭示和影响敌人在力量、弱点、行动和意图中的模式，使智能通过行动表现出来。

建立智能决策模型，赋予实体智能，让机器和人一样能思考，这是智能时代指挥决策建模的核心难题。传统决策模型对于智能水平较低的实体和简单的低层次行为能够处理，比如，开火、躲避等。而对高层次的决策行为，比如任务分解、路径选择、态势理解则非常困难。前些年，人工智能技术发展陷入瓶颈，约束了认知、思维建模向深层次发展，实体行为由于认知基础的缺失，往往“有形无神”。

随着各种智能技术的出现，心理、个性、认知、情感、态度等方面的认知过程渐渐得以描述，使这件人类迄今最困难的工作开始看到一些曙光，在指挥决策领域也开始出现了一些有益的探索：

（1）1998 年，美国国防部 DMSO 对决策建模做了较为系统的陈述，建立了一个针对人类行为和指挥决策建模的讨论组，分析了在军事仿真中人类行为表示技术的现状，指出了目前决策模型存在的缺陷与具体改进方法，展开了对战场环境模拟中决策行为表示法的前瞻性研究，建立了统一的行为体系结构 PMFServ 集成框架，旨在描述生理、压力、个性、文化、

情感和社会关系对人进行决策的影响，并利用该框架模拟美军士兵、恐怖分子和民众的行为。

(2) Bryant 于 2003 年提出了 CECA 模型，该模型以目标导向的心理模型为基础，给出认知控制方法，能揭示指挥决策中的对抗机制。

(3) 美军设计的高级指挥模型 ASTT-ASCF，它能考虑战场压力、疲劳程度、训练水平及个人差别，可以仿真更高指挥层次的指挥决策。

(4) 卡耐基梅隆大学、南加州大学和密歇根大学联合研究的 SOAR 项目，提出一个大规模的通用认知体系结构，可用于开发具有智能行为的系统，并建构使用自适应自动兵力生成的仿真系统。

(5) 我国目前也有运用构建具有认知能力和学习能力的相关研究。

上述研究，有理论方面，也有技术实现方面，对构建模型很有帮助。

任务共同体面对多样化的作战任务，指挥决策包含任务规划、态势融合、态势理解、路线选择、协作交互、任务分配等诸多内容，单一的理论和技术面对复杂的决策问题，难以在速度和效益方面两全其美。

针对多样化的作战任务，在问它们需要何种智能之前，首先要明确决策问题的性质。任务不同，决策的性质不同；表 11-1 列出了决策任务类型。

表 11-1 决策任务分类

决策类型	军事决策例子
分析	情况研判
分类	目标分类
诊断	系统故障诊断、态势感知
评估	战损评估、方案评估
监控	警戒、侦察行动
预测	作战预测、战法运用
综合	火力运用、战法运用
设计	战法设计
配置设计	兵力部署
分配	作战任务分配
规划	作战任务规划
调度	作战资源调度

人是自然界最具智慧的生物体，人的大脑是智慧的源泉，在处理上述各种复杂军事决策任务的过程中，人会针对不同性质的决策问题，触发大脑中不同区域，使用不同类型的智能来决策。如图 11-13 是大脑的分区图，可分为直觉区、感受区、回忆区、联想区。回忆区关注经验，以统计为基础，通过历史事件外推预测行为；直觉区关注于结构，含糊处理目标；“感受区”处理心理及社会多方面的特征；辩证区不针对特定文化，不包含心理、个性的理性推理；联想区尝试表示推理的效果，而非动态地分析推导。

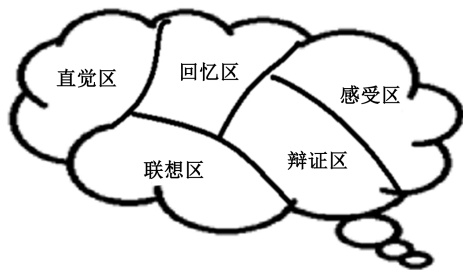


图 11-13 人脑分区图

在人工智能领域，智能体用来建模“人”，智能体的智能模型就对应“人脑”。因为人脑有不同的功能，导致执行任务时的智能是不同的，可以加以一定的分级：较低级的智能是反应性的，要求能感知环境、察觉态势、控制动作，对应直觉区与感受区；中等智能是预测性的，要求能包含识别对象和事件的能力，能预测到将要发生的事情，并提前做出反应，对应回忆区和辩证区；最高级别的智能是创造性的，要求能识别规律并找出解决问题的新方法，对将来做出推理和规划，对应联想区。不同级别处理问题方式是不同的,打个比方,如果下雨，反应式的回答是“如果有雨落在你头上，你应该躲起来”；预测性的回答是“你应该看看天气预报，并在下雨前躲起来”；创造性的回答则是“发明伞”。

如图 11-14 所示，所设计的混合智能体框架中，由低到高划分为简单的反应、组合的反应、推理、学习、综合等层次，建立分层智能模型。



图 11-14 一种混合 Agent 架构

### 1. 智能级别 1：简单反应

简单反应型智能，指智能体基于刺激—反应规则，依据自身状态和外界环境的改变或其他实体行为的改变而触发事件，来调节智能体的行为。

简单反应性智能，用于应对外部刺激而做出的简单决策。

智能体内部专家系统将行为整理成上百条应遵循的规则，当存在多条规则时，每一条规则对应一个触发器。触发器划分为命令触发器、自身状态触发器、态势触发器等，在执行过程中根据各触发器的优先级从高到低进行排序，依次开启相应的触发器。当多个触发器的优先值相同时，则按照“命令、状态、态势”进行排序，如果仍存在冲突则在其中

随机进行选择。

## 2. 智能级别 2：组合的反应

组合反应型智能，指智能体把原先孤立的规则链接起来组合使用，形成一组具体领域知识的组合，来做决策。

组合反应可用下式表示：

$$\Phi = (\Omega, P', F, I, KB, R)$$

其中， $\Omega$  是对领域的认识， $\Omega = (D, P, T, A)$ ， $D$  包含了  $\Omega$  所能观察到的所有领域特性； $P$  是  $\Omega$  的问题域，包含了所发生的状态； $T$  是一个自然规律集，能解释  $P$  中所有状态； $A$  是  $\Omega$  中  $P$  的回答集， $A$  中每一个元素都是关于某个状态  $P$  的回答； $P'$  是  $\Phi$  的问题域，它是由  $\Omega$  中的  $P$  映射而来的。 $F$  是一个形式化的方法，将  $\Omega$  中的  $P$  映射到  $T$  中的  $P'$  上，即  $P' = \{P' \mid \exists p((p \in P) \wedge (P' = F(P)))\}$ 。 $I$  是一个非空的方法集，使用知识库  $KB$  中的元素用来做出关于  $P'$  中各问题的结论，最后建立结论集  $R$ ，这也是一个映射过程。 $P' \xrightarrow{I(KB)} R$ ，这样  $R$  中的一个回答就能解释  $P'$  中的多个问题，而  $P'$  中的每个问题在  $R$  中只有唯一的回答。 $I$  中的每个方法被称为推理机，不同的推理机采用不同的方法来使用知识库中的元素。

## 3. 智能级别 3：心智

心智型智能体，强调行为由其内部心智状态驱动，在变化的环境中，通过改变心智状态做出适应环境的行为。这种智能借鉴了心理学的研究成果，考虑心智、意识，模拟人的思维，可用于发现新的规则和建立新的规则层次。

智能体在建模人的思维时，通过思维模式的对比，可以提供一些范本化的认知框架，比如可以使用 BDI(信念 Belief、愿望 Desire、意图 Intention) 框架。在这个框架中，信念是智能体的当前状态，指它所拥有的相关的背

景知识及所面对的战场态势, 包括对敌情、我情和友情的感知及在知识库、模型库、数据库支持下的针对当前态势的分析判断、评估和预测; 愿望是智能体在感知战场情况后, 在知识库、模型库和数据库的支持下, 根据对当前态势的分析, 确认自身要达到的作战目标, 它是智能体行为的起始点。意图是指挥智能体为实现愿望准备采取的具体行动计划, 包括作战计划的制定、计划协调与作战命令的生成。除了 BDI 框架描述的信念、愿望、意图, 还可以扩展在个性、能力、责任、承诺等心智状态方面的描述, 使智能体有的能体现个性, 有的能体现深思熟虑, 有的能体现灵感。

#### 4. 智能级别 4: 学习

学习型智能具有分析和理解的能力, 能在复杂和敌对的环境中明确地选择, 在巨大环境变化中成功地运作、生存、发展和繁荣, 是一种较为高级的智能形式。这种智能包括不同时间标度上的自适应, 变得更加接近于学习的概念。

智能体学习模型保持对作战行动的跟踪, 能观察每一次决策情况, 判断决策是否有效, 从环境中得到奖惩的方法来不断地“学习”和“积累经验”, 从而发现或逼近能够得到最大奖励的策略, 改变自身的行为策略, 不断优化。常常采用增强学习方法, 如 Q-Learning 算法、Roth-Erev 算法等。

Roth-Erev 算法通过泛化增强规则构建。智能体通过不断尝试, 初始时, 选择一个行动倾向, 然后, 根据各个行动的倾向计算选择概率, 按概率选择行动, 并根据该行动的回报调整其倾向。实现中关键的两步是行动倾向的更新和从倾向到概率的转化。行动倾向的更新方法为:

$$q_j(t+1) = [1 - \phi]q_j(t) + E_j(\xi, k, t)$$

$$\text{式中, } E_j(\xi, k, t) = \begin{cases} r_k(t)[1 - \xi], j = k \\ q_i(t) \frac{\xi}{N-1}, j \neq k \end{cases}^{\circ}$$

其中, 变量  $t$  为时刻,  $q_i$  为选择行动  $j$  的倾向,  $k$  为上次选择的行动,

$r_k$  为选择行动  $k$  的回报,  $N$  为所有行动的个数,  $\xi$  为经验系数,  $\phi$  是更新系数。

上式含义是, 对上轮采取的行动  $k$ , 其新的选择趋向是以前的选择倾向和上轮所获回报的组合, 回报越大, 该行动倾向的增量也越大, 而其他行动的选择倾向以相同程度发生小的调整, 这样随着主体行动历史, 获得较高回报的行动选择倾向会增大, 而低回报的行动选择倾向会减少。

除了增强学习方法, 也可使用神经网络、进化计算或者其他学习算法。最近, 深度强化学习技术发展迅速, 使用这种技术的“阿法狗”在围棋对抗中表现出色, 能与人对弈及自我对弈中不断提升自己的智力水平。

## 5. 智能级别 5: 综合

综合是智能的高级阶段。单一类型、单一层次智能, 会存在某些缺陷。简单反应式虽然决策快, 但是背后经验知识比较静态, 只能处理遇到过的问题。组合反应式虽然比较全面, 能在多层次上推理, 但是不知道何时破除固有规则, 容易发生体系性的错误。心智型智能体能模拟思维模式, 一定程度上保证机器决策与人决策的相似性, 但生命和大脑隐藏着太多未知的机制, 目前无法明晰。学习型智能体虽然能够不断提高推理能力, 但是学习的过程较长, 学习的结构呈现黑箱, 虽然能发现一些从未发现的规律和知识, 也不见得能为人理解。

高级智能行为往往比较复杂, 执行需要更多的时间, 而低级智能行为往往简单又迅捷, 将多种智能方式结合, 可以在自主地应对变化和有序地调控作战之间平衡。比如, 战场环境激烈变化, 或需要在很短的时间内做出反应, 借由训练产生的条件反射, 运用简单反应型智能进行决策, 可以直接从信息输入阶段直接进入输出控制阶段; 当任务主题明确、情况严峻、时间压力较大时, 运用组合式智能进行快思考, 就可以紧急反应, 快速行动; 当指挥决策处理复杂性问题时, 运用心智式智能, 通过有意识的思维做慢思考, 就能科学地决策、规划; 当决策不是一次性的, 通过学习型智能, 调整各自的行为策略, 就能让决策在时间轴上不间断地优化与适应。

## 11.7 网络效能模型

从系统的角度，任务共同体是处于战场环境中的作战资源实体，在作战任务的驱动下，以指挥关系或信息交换为纽带，自组织形成整体有序行为和与之协调的组织结构。网络作为组织成员及相互关系所组成的结构，可以成为研究组织的参照模型。表 11-2 对组织与网络的概念做了进一步比较。

表 11-2 网络角度的组织效能评估

组织领域概念	网络领域概念	模型研究内容
成员、角色	节点	组织成员分析，分析组织成员的主观性、心理、士气、情绪、权力、命令风格等对组织形成的影响及机制
组织间关系	边	研究组织系统中各实体、角色或单元之间的关系，如信息网络拓扑关系、协作与协同关系、指挥关系、控制关系等
组织活动	流	分析组织系统中的基本信息活动，以及信息、资源、知识的流转
组织策略	状态	分析系统中产生某一个结果的一系列活动或操作（流程）
组织结构	拓扑	研究组织结构的优劣，以及结构对指控的影响
组织效益	网络效能	对组织产生效果（资源效率、时间效率、响应速度、协同效率、信息流动效率）等进行度量

可以从组织的静态结构以及动态行为进行研究；

（1）从网络静态结构视图，采用切片分析，比较网络结构对指控效能的影响。

网络分析方法作为一种将组织和网络拓扑形式结合起来的组织度量工具，将其用于分析组织。将定性的效能目标转化为网络结构对应的定量指标（点的度数、图的密度、子结构、节点数、连接度、特征路径长度、

尺度、聚合度、边的连接强度、链路节点比、度累积分布函数, 联通性、中间状态、紧密性、群、外围性、均衡状态、信息流、健壮性、比例特性), 建立系统拓扑特征与量化属性的映射关系。通过揭示网络的各种结构特征, 就可以研究网络的构成、规模、密度、成员之间的距离对指控效能的影响。

以一组面向不同作战任务的作战想定为背景, 指控实验台自下而上涌现出各种对抗态势, 撷取不同时刻的静态网络快照, 对“静态网络快照”运用图挖掘技术, 分析指控网络特征及组织结构模体的结构特征。运用表征指控关系集中性的“中心性”分析, 表征组织权力等级特征的“核心—边缘”分析、表征网络结构集聚特征的“凝聚子群”分析。通过理论比对, 将集团度、聚类系数、节点接近度、边权分布、点权分布、社团相似度、簇系数等指标, 与“组织边缘、组织核心、集聚程度、功能差异化程度”等定性概念关联, 建立定性到定量的映射关系, 挖掘指挥控制网络特征。

(2) 对网络动态过程, 采用动态行为分析, 研究网络行为对指控效能的影响。

指控效能离不开组织的行动、事件、策略及产生动态特征和过程的理解。在研究任务共同体组织形成与演化的机制时, 我们已探讨通过超网络方法对任务共同体中的节点、边、流、状态进行描述和测量, 这里我们更进一步, 通过超网络状态机建模研究网络演化对作战效能的影响。

与一般实体状态机仅考虑实体状态的变化相区别, 网络状态机更加突出网络演化对实体的影响。如图 11-15 所示,  $S(I, J, t)$  表示某一时刻的状态, 包括实体的状态  $I$  和网络的状态  $J$ , 其中网络的状态  $J$  是动态超网络  $G(t)$  演化过程中的一个“暂态”。其流经过执行器得到  $i+1$  个顶点的状态变量, 在一个模拟时间步长内, 敌我双方实体相互作用, 引起其自身状态及网络表征的改变, 网络表征的变化又对实体行为产生影响。网络状态机控制状态转化, 使网络和实体所处的当前状态, 在外部环境作用下, 根据价值体系选择激发内部动作, 转变到另一个状态。这个过程在新的态势下不断循环进行。

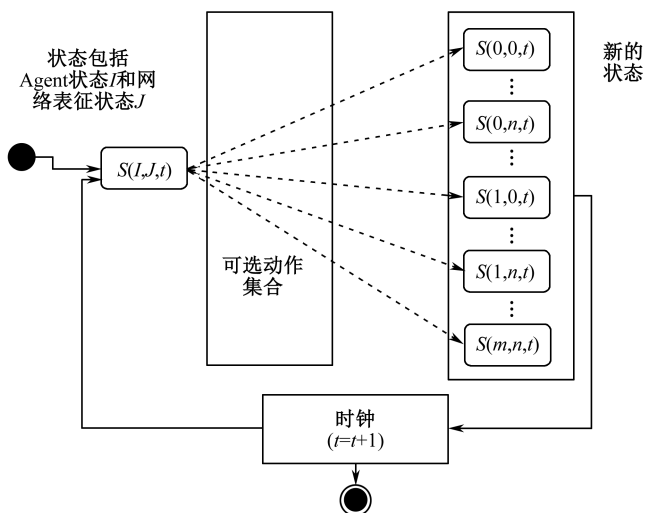


图 11-15 网络状态机原理

根据交战过程，时间上运用抽样方法，空间上运用分层方法，从不同的维度（时间、空间）对网络拓扑进行连续的检测和采样，产生一定样本量的带时间戳的网络切片，数据分析也不仅限于利用图论、邻接矩阵等网络分析方法，采用相关分析、时序分析、趋势分析等实验分析方法，结合历史信息，分析不同时段之间的网络结构变化以及网络中实体、交互行为带来的事件发生顺序，研究得到事件和变迁发生的序列模式、周期模式。具体过程是：基于每个时间步长采集的实体和网络状态，进行网络量算、网络分析及网络推理，来获得统计描述量以判定网络的表征性质，推导网络如何影响实体行为。

（1）网络量算。网络量算通过计算及使用工具来对网络状态进行观察，测试或验证网络的性能指标，将超网络中所有的网络在每一个时间段或在固定时间长度  $t$  内得到测量。

（2）网络分析。网络分析主要通过分析大量数据空间，以获得一些实用的规则，了解网络的动态特性，进行网络推理。分析手段有时序序列分析、相关性分析等。通过时间序列分析，分析者可以在仿真过程中捕捉到随时间变化的动力学特点。通过相关性分析，可以理解哪种交互在战场上起何种作用。

(3) 网络推理。网络推理是提供一组规则（状态影响的规则、状态相互转化的规则，网络演化演变的规则，节点加入或离开的规则，边生成或消亡的规则）进行因果推理，并对推理的结果进行归纳和学习，存储学习经验，优化生成新的规则。

(4) 行动预测。通过网络行为描述、行为观测、行为分析、行为监控来研究行为，建立一套多维度的行为模式和特征规律定量描述体系，分析网络行为的动态变化过程，预测网络行为的效用。

## 11.8 模型应用设想

模型通过装配形成独立的指挥实体，指挥实体接受上级任务，经过沟通，达成对任务的一致理解，并基于同步的态势认知形成一致的作战意图，并根据一致的作战意图确定团队的协同和实体的行动。这就能贯穿任务共同体机制发挥的过程，如图 11-16 所示。

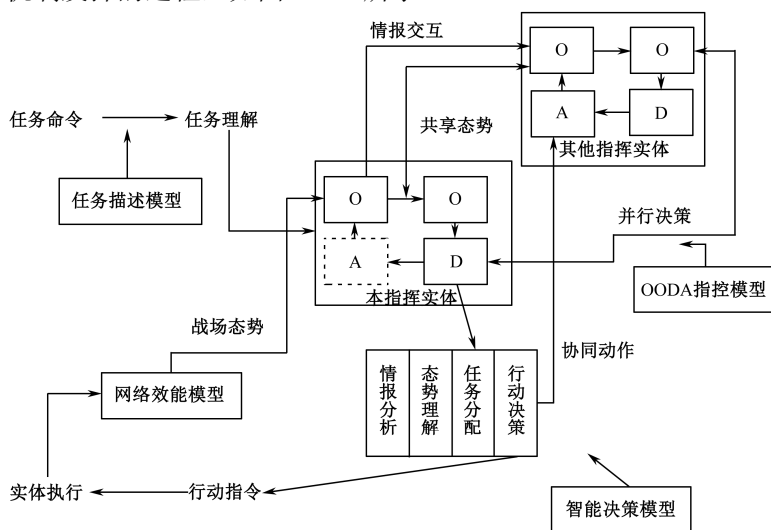


图 11-16 模型实例示意



## 1. 任务描述模型的使用

从指挥实体接受任务命令开始，首先由任务描述模型发挥作用。

任务描述模型可以达成人与机器的互理解。处理任务的过程如图 11-17 所示，包括以下步骤：

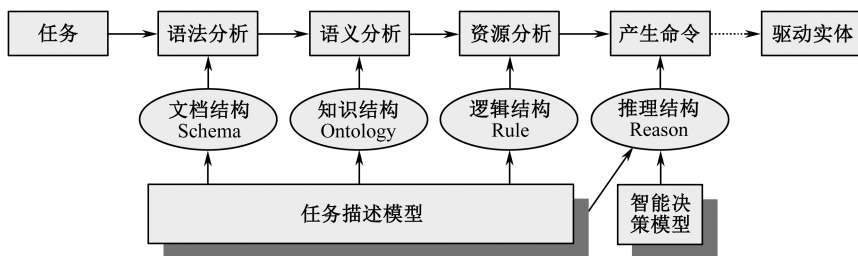


图 11-17 任务解析过程

（1）当以方案文书格式化的任务命令到来后，首先依据计算机化的军事词典（Schema，包含数据属性和数据域的定义）对命令数据进行分析，判断数据是否符合语法。

（2）根据任务领域本体进行语义分析，检测概念定义中的冲突，推导出概念间隐含的层次关联。当语法和语义检测验证之后，该命令就能够被机器理解。

（3）运用机器推理规则进行资源判断，判断任务规划得到的行动过程序列所需资源是否得到满足。

表 11-3 所示是某行动为资源的约束要求。在任务分析的基础上，运用语义的规则描述语言（RuleML）描述对资源的要求，形成一整套与行动完成的全过程紧密相对的规则集合，就像上例的时间约束，就可以使用时序逻辑进行约束分析。

表 11-3 行动规则的例子

约束类型 Variable	规则 Body	条件 Atom	输出 Head
力量约束	①损失> X%	iF (not ① and ②) and ③ and ④ Then Do Act	152 营 do “Quick Attack” 在 (XX, XX) 地域 For XX 分钟
兵力比约束	②弹药量> X%		
空间约束	③进展到 XX 点		
时间约束	④飞机着陆		

(4) 利用本体推理机 (Reason 本体推理机是规则推理的引擎, 擅长规则知识的表示), 让机器依据逻辑规则对格式化的语义信息进行逻辑分析。提供给智能决策模型, 推理形成一组指挥命令, 映射到行动元集合, 驱动行动执行。

2. 智能决策模型的使用

在智能化作战中, 陆战场将出现更多的自主化作战平台, 决策功能进一步延伸到自主化的作战平台终端, 行动执行将越来越依赖指控模型和规则的支撑。无论是无人装备, 还是智能程序, 都会引入人工智能领域的新技术, 完成情报分析、态势理解、任务规划、行动决策等功能。

1) 情报分析

情报分析针对陆战场多源异构海量情报信息, 进行图像情报智能判读、情报语义智能理解, 提高情报处理效率和智能化水平, 满足快速作战的情报处理需求。

2) 态势理解

态势理解围绕态势信息的获取、处理、共享、分发, 运用智能技术识别目标对象和事件, 表达环境模型中的知识, 提升态势认知智能化水平, 满足复杂快速的作战决策需求。

3) 任务规划

任务规划根据战斗使命对将来做推理和规划, 进行资源的合理规划、

配置与部署,生成路线选择、协作交互和任务分配,尽可能把合适的资源部署到正确的地点去执行正确的任务。

#### 4) 行动决策

行动决策是行动实体对技术操作层面产生的物理行为进行决策。运用智能技术根据指挥命令,推理形成控制规则,将行动转化为执行实体的相关动作,支配各个作战单元实现自主行动。

### 3. OODA 指控模型

OODA 指控模型提供典型的实体内部决策流程,链接了指挥控制中态势感知、情报分析、任务规划、行动决策等功能。模型还提供了一组实体之间的指控流程,链接了态势共享、情报融合、分布决策、协同动作等典型指控过程。

#### 1) 态势共享

侦察单元获取敌方作战单元的状态特征和战场不同时刻的状态特征,并在多个单元之间通过网络实时共享。

#### 2) 情报融合

情报处理单元提取态势构成的兵力、环境、事件和估计等诸多要素属性,展现战场中兵力分布及战场环境的当前状态和发展变化趋势,对电磁、网络、信息等图层进行合并,融合形成情报和综合态势图。

#### 3) 分布决策

决策实体根据决策内容和智能水平的不同,将决策功能分布到不同的实体上,进行分布式决策,并着重明确人一机所各自承担的决策内容,可能是由智能专家系统产生方案,由部队来执行;可能是人做了决策,机器来执行;也可能人和机器像专家研讨一样来决策,然后各自执行。

#### 4) 协同动作

在经过任务规划后,分配不同的任务给各个行动单元,高效驱动行动单元,自主协同,完成一组配合的动作,进而组合成联合的行动。

## 智能时代的指挥控制

——任务共同体机制和模型研究

一言以蔽之，想象如果一个任务命令一下达，任务就能很快地理解，组织关系就能得到对应的调整，新的指控信息流就会建立，机器能无歧义地理解命令，并自动转化为行动，这将是多么地智能与高效!

# 任务共同体实验验证

- 12.1 任务共同体指控实验
- 12.2 指控实验台
- 12.3 实验数据分析
- 12.4 指控实验设计
- 12.5 智能时代 OODA 环制胜机理概念演示实验
- 12.6 “共同观念”机制演示实验
- 12.7 “动态绑定”机制演示实验
- 12.8 “行动自由”机制演示实验
- 12.9 任务共同体指控方法演示实验

## 12.1 任务共同体指控实验

在前面的理论阐述中，我们从描述现象到明晰机理，并从机理出发构建模型。任务共同体的若干设想虽经理论思辨，但未经校验，与真实事物还有较大偏差，自然而然让人怀疑其合理性。

打一场真实战争来校验理论往往代价巨大，得不偿失，因此建立实验台，通过作战实验来研究战争问题往往更为合适，业已成为先进军队的主流做法。当前，在作战概念提出之后，通过作战实验这种“预实践活动”来验证作战概念，已经成为世界军事强国的普遍做法。

美军作战实验起步最早，已开发了一些指控实验台，进行了初步的指控实验。

在指控实验台的开发方面，美军很早就开始对指控关系、指控组织、任务流程建模，建立了处理任务、交换信息和资源的组织实体模型。开发了人在回路的模拟器 DDD-II（Distributed Dynamic Decision-making）及采用全虚拟的基于模型的测试验证技术 DDDIII，对使命任务、信息、指控结构进行设计，以指控设计结果为依据，对组织进行验证评估。

在指控实验实施方面，美军训练与条令司令部（TRADOC）建立战斗指挥作战实验室，进行一系列实验研究未来战斗中的“指挥与控制”问题，着重研究了现行参谋机构编制方式，提出了模型分析、仿真研究、实践验证三位一体的研究方法，获取态势感知随时间的发展变化，组织结构随时间发展变化，交互随时间发展变化的规律，进行组织过程分析、任务分析、结构分析，优化了参谋机构的样式、功能及信息能力，完成了美陆军模块

化兵力编组环境 PERSUADE (Personnel-based Unit of Action Design Environment) 测试、美海军远征攻击兵力编组 (ESG) 测试、空军作战中心 (AOC) 编组的实验, 以及基于边缘组织 (Edge Organization) 概念的实验。美军一些做法值得借鉴, 但美军的指挥控制方法和模型, 是针对美军的作战条令和作战特点开发的, 不可能直接移植过来。

未来战争, 理论更新换代很快, 往往一出现就要求达到应用级的成熟度。所以要加强实验, 缩短理论形成到发挥作用的时间非常有必要。国内当前主要通过人在回路的方式, 从演习中获取数据, 研究指控具体问题, 但这种方法规模大、耗费高、周期长, 难以满足对未来军事理论研究探索的需要。任务共同体理论具有超前性, 其针对智能时代进行指控设计, 理论涉及内容多, 机理实现的时空因果路径长, 对其进行理论验证的指控实验与一般指控实验相比, 更具有挑战性。需要在综合现有经验的基础上, 开发指控实验台, 构建指控模型, 以模型支撑的仿真实验方法为主, 进行人不在回路的指控实验, 运用实验检验指控概念, 作为指控理论的新依据, 进而形成理论, 进入条令。

## 12.2 指控实验台

智能化战争涉及范围广、层次多, 一个层次对应一种运动形式。对战争复杂系统建模, 需要建立起多层、多侧面的模型, 将不同层次的运动形式有机衔接起来, 让各个层次的指控活动在模拟环境中按照其本来面目自主地发展和演化。

根据复杂适应系统理论, 宏观、微观是不同层次的抽象, 如果我们把指控实体看成是微观具有适应能力的智能体, 它们能以单独个体的形式行动, 与其他个体或外界进行信息、物质和能量的交流。较小的、层次较低

的个体也能通过某种方式结合起来，形成较大的、较高层次的组织聚集体。对其构建微观与宏观相结合的跨层次模型，微观上的较低层次往往更需要抓住事物的细节，体现微观相互作用规律，关注实体具体行为过程；而宏观上的高层次，则要揭示所聚合形成的组织整体宏观的、本质的属性，体现宏观统计规律，关注体系作战整体效果。

宏观、微观层面性质不同，为适应不同层次上的问题求解的需要，单一仿真模型往往难以兼顾微观与宏观，为此需要采用不同的仿真方法。在宏观层面，除了我们之前介绍的复杂网络、超网络方法，还有系统动力学方法（SD）。系统动力学是通常用以研究复杂的社会经济系统的定量方法，它是以反馈控制理论为基础，便于从整体上建立实验模型，进行综合的研究，可以仿真大范围的宏观事件。

微观层面，Agent 建模方法体现了复杂性科学所倡导的自下而上的“生成论”思想，提供了一种模拟非线性复杂系统的良好机制。非线性复杂系统中成分之间的局部交互引起全局涌现行为，可以被智能体之间的相互作用所模拟。美军的 ISAAC、EINSTEIN 系统、澳大利亚的 CROCADILE 系统都是基于 Agent 的模拟系统。

如图 12-1 所示，我们将宏观层面复杂网络、超网络、系统动力学等建模方法与微观层面 Agent 建模方法相结合，将前者描述复杂系统宏观“涌现”的长处与后者描述系统微观行为的优势有机结合到一起，为体系建模提供了一条新的途径。

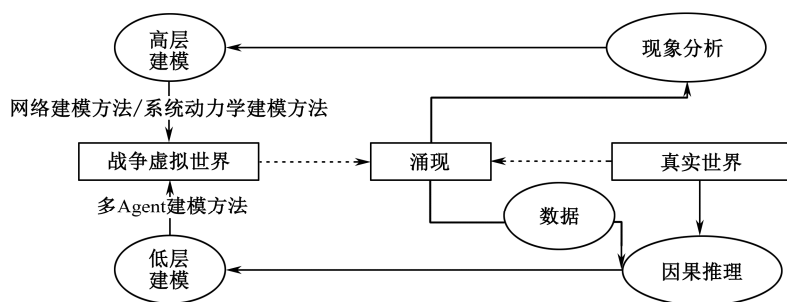


图 12-1 指控实验台混合仿真思路



指控实验台运用知识库中先验知识,从不同视角、不同层次,提取不同粒度的规则,将真实世界用仿真模型加以替代,提供了一种概率性的战争虚拟世界,以突破时空上的限制,来对研究对象进行分析。虚拟世界可以看作真实战争的镜像,研究战争如同“对着镜子想象对手喜欢用的方法”。虚拟世界不仅能够通过“照镜子”似的反省当今战场的发展,而且还能像“替身”一样自我发展和演化,反映未来发展的可能性。在这个世界上,人一生不可能两次趟入同一条河流,同样的条件从不再出现两次,即使面对同一个对手,不同时期也是不同的。作为在规则支配下建立的平行世界,它像真实世界一样独立生长,就像扔骰子一样,给出了世界发展的可能性。

## 12.3 实验数据分析

指控实验台内部实体不断交互、作用,涌现了各种千奇百怪的现象和浩如烟海的数据。现象指作战进行到某一阶段所展现出来的战场态势和各类事件,通常表现为双方的胜负关系,地域、时间、资源的争夺;数据指作战中诸多指标的相应状态,表现为兵力、兵器、装备、物资等的损耗量。图 12-2 是基于 Netlogo 混合仿真开发的实验系统。界面上显示的是推演产生的态势和相关数据的统计。

整体涌现的现象和数据反映战争系统的内在规律,它背后蕴含丰富的意义,反映知识的不同截面,揭示事物的不同形态,激发人们的不同思考,展现未来的不同图景,保护了理论的分歧,带来了新的理解。

如古代先哲,古希腊著名思想家亚里士多德名言“我们知道得越多,才知自己知道得越少”。“多”指的是我们拥有了越来越多的信息和相关数据,“少”指的是由于没有深入利用涌现的现象和数据,这使得我们如同镜中看花,对于规律了解甚少,无法把握真理。

智能时代的指挥控制  
——任务共同体机制和模型研究

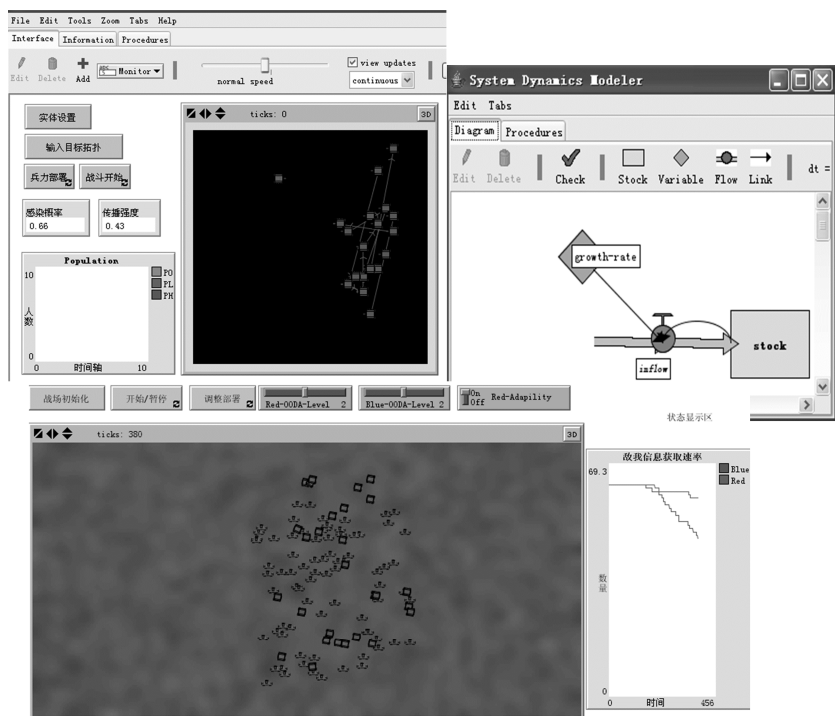


图 12-2 基于 Netlogo 混合仿真开发的实验系统

大数据时代，提倡我们对数据进行全面分析，也提供了各种数据分析方法来对数据进行分析。表 12-1 列举了不同分析方法，及其对应的思潮流派和对知识的认识。

表 12-1 数据分析方法及背后知识观

思潮、流派	对知识的认识	方法
实证主义	知识是历史经验取得，且被一致认可	统计分析
人本主义	知识是在个人创造的意识世界里主观地获得	行为分析
结构主义	知识需要通过对现象背后机制的思考得到	结构分析
	知识为多元、动态、演化的关系	关系分析
	知识为演化过程中事件、人物、决策的关系	时序分析
	知识为事件在所发生时空中和其他事物的关系	网络嵌入性分析
综合集成	知识是主体经验数据构成，辅以对属性、关系考察	综合集成分析方法

对涌现出现象数据,通过不同数据分析方法分析,发现涌现背后的数据模式(回归模式、聚类模式、关联模式和时间序列模式),得到数据固有的内在结构(共有性与互补性、冗余、因果关系)和语义关联映射关系;建立适当的统计量化指标和统计学习模型,对重要事件的成长过程进行全局性的建模与评判;得到多视角、多尺度作战动态演化规律和发展趋势预测。

回归到理论形成环节,做出进一步的理性思考,并给出理论解释,产生类似于真实世界作战中撮取的经验;对相关经验经由形式化的描述,从中识别和抽取隐含的各类知识,产生经验知识元,形成体系涌现数据的模型。从仿真实验的结果去校正现有理论,去修正、更替仿真系统所依赖的规则体系,使两个世界逐步拟合。这是科学研究中的理性认识阶段,也是最深刻、最有指导意义的部分。

## 12.4 指控实验设计

在前面的章节,我们已经对任务共同体通过理论分析,提炼其指挥控制的主要特征,并构建若干类型任务共同体指控模型,补充进指控实验台。这为下一步进行任务共同体指控实验创造了条件。

研究任务共同体的指控实验,它在流程上跟一般的作战实验类似,包括实验设计、实验实施、实验结果处理三个阶段。

### 1. 实验设计阶段

实验设计是整个实验过程的逻辑起点。实验设计阶段的主要任务是,进行问题设计,提出实验命题与假设;为运用实验分析组织结构特征、找出内在规律、验证组织机制、寻找合理组织结构拓扑形态提供了设计牵引。

2. 实验实施阶段

实验实施阶段，主要任务是在实验控制下通过仿真实验，结合作战背景进行对抗推演，对模型运转的产出和结果进行记录，获得充分的实验数据。

3. 实验结果分析阶段

实验结果分析阶段，充分利用所获得实验结果数据，融合经验、数据，通过定性与定量相结合的综合分析，对任务共同体理论进行综合检验和验证，以去粗取精、去伪存真，揭示更丰富的细节。并将研究结果作为反馈，调整实验设计，完善理论和模型。

该领域中有很多可实验的问题，面面俱到地进行实验非一家之力，这方面我们作了初步探索，遴选部分实验，以期抛砖引玉之效。这里所列举的实验主要是演示传播型。这类实验目的是向更多人传播任务共同体理论，使理论得到推行。图 12-3 是本实验设计的大框架。

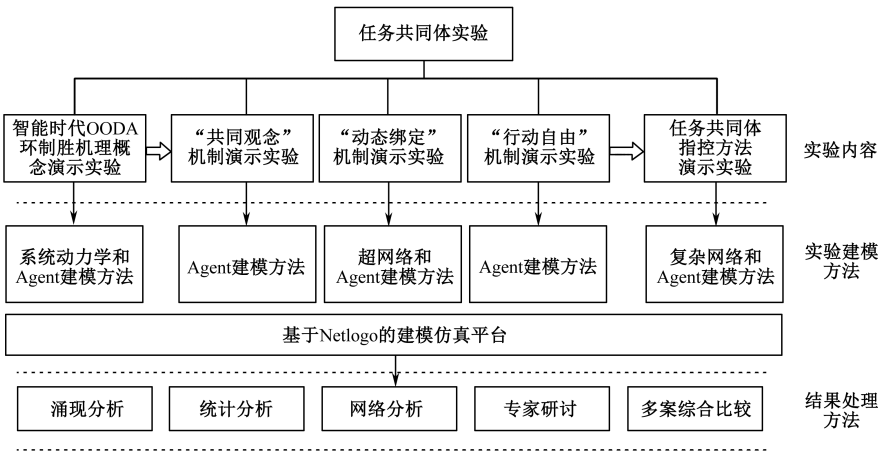


图 12-3 任务共同体基本设计框架

## 12.5 智能时代 OODA 环制胜机理概念演示实验

OODA 环“以活胜僵、以快吃慢”已逐步取代传统作战中的“以大吃小”，成为战争制胜的关键机理，正如前面分析，冲突体现在努力缩短己方的 OODA 周期，并尽可能地延长敌方的 OODA 周期。为验证此机理，关键是要把双方对抗的 OODA 环建模。我们运用一种基于系统动力学和多 Agent 建模的混合仿真方法，前者用于从整体上构建基于 OODA 环的作战对抗系统动力学模型，探索整体规律，反映 OODA 环相关要素对作战结果的制约关系。后者对作战个体内部的 OODA 环建模，考察微观个体行为，两者结合反应作战对抗的本质，共同验证 OODA 环制胜机理。

## 1. 实验准备

如图 12-4 所示, 运用系统动力学描述红蓝对抗过程, 参数设置为:

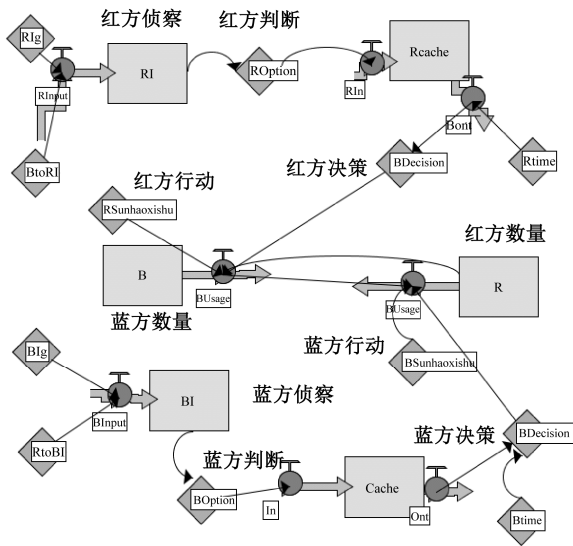


图 12-4 对抗冲突红蓝双方 OODA 环

(1) 流量变量: 红方数量  $R$ , 蓝方数量  $B$ , 红方信息量  $RI$ , 蓝方信息量  $BI$  等。

(2) 流速变量: 红方信息获取速度  $RInput$ , 蓝方信息获取速度  $BInput$ , 红方侦察获取信息速度  $RIg$ , 蓝方干扰破坏信息速度  $BtoRI$ , 蓝方侦察获取信息速度  $BIg$ , 红方干扰破坏信息速度  $RtoBI$  等。

(3) 辅助变量: 红方决策时间  $Rtime$ , 蓝方决策时间  $Btime$  等。

在 OODA 环各个环节的函数如下:

#### 1) 侦察环节

红方信息获取速度  $RInput = \text{红方侦察获取信息速度 } RIg - \text{蓝方干扰破坏信息速度 } BtoRI$ 。

蓝方信息获取速度  $BInput = \text{蓝方侦察获取信息速度 } BIg - \text{红方干扰破坏信息速度 } RtoBI$ 。

#### 2) 判断环节

红方判断  $ROption$  与信息量  $RI$  的关系为表函数。

蓝方判断  $BOption$  与信息量  $BI$  的关系为表函数。

表函数表示随着获取的有效信息数量增加, 判断正确性不断增加, 当达到阈值时, 可获正确判断结论, 具体数据根据历史经验获得。

#### 3) 决策环节

红方决策  $RDecision = \text{smooth}(ROption, Rtime)$

蓝方决策  $BDecision = \text{smooth}(BOption, Btime)$

该决策函数表示, 决策是需要一定时间的, 分别为  $Rtime$ ,  $Btime$ 。

#### 4) 打击环节

当 OODA 环完成后成功实施一次打击, 打击损耗系数  $RSunhaoxishu$  与红方人员数  $R$  有关。

红蓝双方战斗力、对敌方损耗系数等初始条件, 以及侦察环节的信息获取速度、决策环节的决策时间等 OODA 环的关键参数均可调节。

如图 12-5 显示 Agent 状态机运转输出 OODA 环统计参数的过程,

Agent 在自身独立平台上模拟信息获取及信息共享情况，通过模拟多次，得到红方信息获取函数、红方判断函数、红方决策函数的统计规律作为系统动力学的输入。

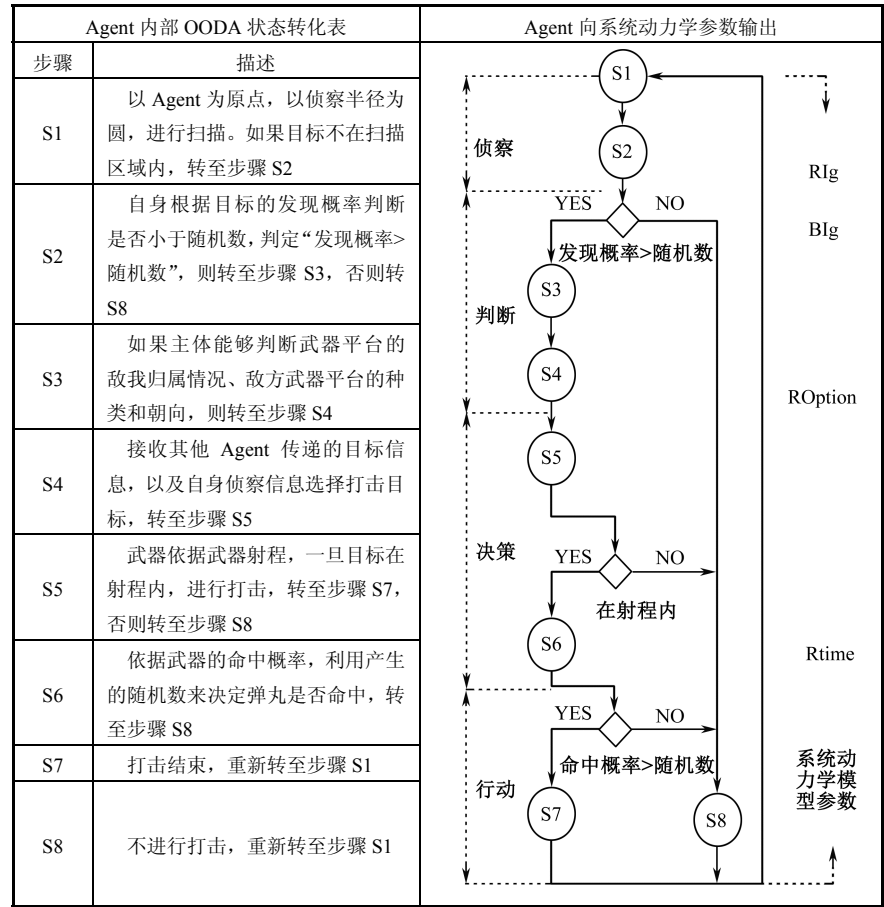


图 12-5 由 Agent 方法提供到 SD 的部分参数

2. 实验实施

实验想定设想，红蓝对抗双方战斗力、对敌损耗系数相同。  
输入参数中，调节红方决策时间 Rtime 和红方信息获取速度 RInput

这两个参数绝对的数值取决于很多因素，为便于比较，将它们采用模糊数学的方法，给予 1~9 量度，分别对应最差、差、较差、一般差、差不多、一般好、较好、好、最好等 9 个等级。

观察红蓝双方的战斗力变化，得到结果如图 12-6 所示（上面线条是红方剩余战斗力，下面线条是蓝方剩余战斗力）。

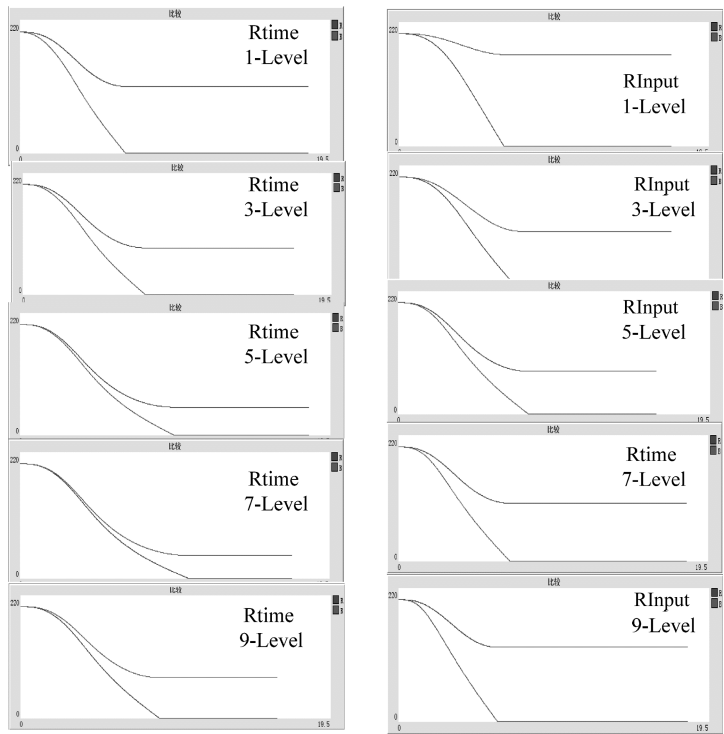


图 12-6 实验采集时间序列数据图

### 3. 实验结果分析

图 12-6 中左边五幅图，由上至下逐渐增加红方决策时间，可发现，兵力变化趋势为：随着红方决策时间增大，红方损失趋多，蓝方损失趋少。右边五幅图，由上至下，逐渐增加红方的信息获取速度，发现红方损失趋



少，蓝方损失趋多，当红方获取有效信息速度增加时，红方具备做出正确决策并据此展开行动条件时，其完全处于优势。这一结论表明，迅速适应的能力是军事有效性的关键因素。当双方武器装备技战术性能相当，胜利取决于 OODA 运行效率。类似地还可得到，提高信息作战能力比提高武器装备性能更有效，通过信息欺骗引导定下决心，可以削弱 OODA 效率等结论。

## 12.6 “共同观念”机制演示实验

本体云影模型用以形成组织的“共同观念”，在对抗双方一轮攻击的过程中，各单元感知态势，沟通/协商，并通过本体云影模型提供的知识进行概念理解，获得共同观念，使任务共同体实体具有“不为我所有，而为我所用”的知识获取能力，提供适当、准确、高效的决策。为演示此机制，运用智能体建模方法，用云影模型构建基于本体云影模型的知识管理框架（参见 8.6 节）。并将基于本体云影模型的概念理解方法与其他方法比较，反映此机制的优越性。

### 1. 实验准备

指挥实体在接受任务后，理解任务，形成观念。根据 11.4 节，其概念处理方法包括借助文本、依靠军语、依靠分类字典和依靠语义本体。构建对应的算法，描述如下：

#### 1) 借助文本

这种方式中，接受方 Agent 不能够理解语义，根据文本来进行精确匹配，像发送方表述的“黑虎掏心”与“中间开花”战法就认为是不同的。

#### 2) 依靠军语

这种方式是根据模糊匹配，关键词来自军语，命令的描述与军语词汇

通过模糊匹配。发送方表述的“战法”与接受方表述的“作战方法”尽管表述不同，但认为是相同的。

### 3) 依靠分类字典

这种方式将信息所需的关键词区分为类和属性，考虑类、属性这样的简单结构层次，将类跟属性分开考虑，这样不同的组成部分不会混淆，例如发送方表述为“战法”，接受方就知道是一种方法。

### 4) 依靠语义本体

这种方式，构建了语义本体，根据本体进行理解，能够进行推测。比如发送方表述“战法”，接受方就知道是战役战术级别的方法。

进一步，信息理解不仅仅是理解语义，还要理解所处的上下文（即语用），上下文会导致概念体系结构的歧义现象。比如对于位于敌左翼的特种部队战士 A 而言，敌人在其右前方，而对于敌右翼的特种部队战士 B 而言，敌人在其左前方，显然右前方与左前方是不同的描述，然而根据上下文的判断，我们应当清楚，他们描述的是一股敌人。所以由于 A、B 的视角不同，他们给出了不同的描述。

在当前实验台中，8.6 节本体云知识服务架构中，每一个作战智能体都拥有自己构建的语义本体，对应于云影模型的个体。来自不同位置的本体依据本体云影模型的相关理论形成群本体和公共本体，在两者基础上提供知识服务。这样，可构建三种算法：

### 5) 依靠个体本体

接受方个体利用自身的本体辅助理解，使用本体云的相似度算法来匹配发送方个体本体。这相当于个体 A 处理另一个个体 B 的信息，或者 B 处理 A 的信息。

### 6) 依靠公共本体

接受方个体运用公共本体服务辅助理解，相当于两者共同的指挥所 C 处理个体 A 或个体 B 的信息。

### 7) 依靠群本体

接受方个体运用群本体服务, 结合上下文产生的投影本体来辅助理解, 相当于 A 和 B 通过复杂的交互达成共识, 共同处理 A 或 B 的信息。

## 2. 实验实施

实验中, 设置若干独立的智能体代表战场上的各类实体, 它们彼此之间传递各类信息, 包括任务、情况通报、命令信息、协同信息、报告等, 实体互为内容提供者和内容接受者, 在交互过程进行概念处理, 评价对概念理解的程度。

实验 1: 假设两个智能体采用上述 M1、M2、M3、M4 四种方法获取并处理信息, 对此进行评估。

实验 2: 发送部分发送易产生语义歧义的信息, 接受方进行概念处理, 实验时, 接受方智能体采用 M5、M6、M7 三种方法理解信息, 并对此评估。

评估指标包括:

概念映射查全率 (Recall): 对决策有用的信息占有所有信息的百分比。

$$r = \frac{\text{正确发现的概念映射}}{\text{可能存在的概念映射}}$$

概念映射召回率 (Precision): 提供的信息与决策所用的全部信息的百分比。

$$\rho = \frac{\text{正确发现的概念映射}}{\text{所有已经找到的概念映射}}$$

## 3. 实验结果分析

根据实验表 12-2 中列出的数据, 可以看出:

(1) 借助文本方法查全率很低, 其召回率较高, 但召回率等于 1 并不代表不出现不匹配问题, 只是语法完全相同、语义不同的现象没有发生。

(2) 依靠军语方法使用一组罗列的关键词, 没有考虑词之间的内在联系, 没有从语义上对信息进行理解, 能提高查全率, 但同时降低了召回率。

(3) 依靠分类字典方法考虑了结构，把罗列的关键词组织成网状结构，考虑了词之间的联系，相比依靠军语方法提高了查全率和召回率。

(4) 依靠语义本体方法更是完善了分类字典，规范了不同字典中的概念，在查全率、召回率方面较前面几种方法都有了提高，减少了不匹配问题出现的可能性，获取的信息质量更高。

前面的方法是传统信息模型中使用的信息处理方式，只能进行语法上的理解。后两种方法，能进行语义的理解。

表 12-2 实验 1 数据对比

<div>方法</div> <div>指标</div>	M1	M2	M3	M4
查全率	0.3	0.65	0.66	0.75
召回率	1.0	0.6	0.81	0.97

根据实验 12-3 表中列出的数据，可以看出：

(1) 依靠个体本体，跟其他个体信息交流时，让接受方 A 处理发送方 B 的信息，或者 B 处理接收到的 A 信息，个体本体之间理解存在很大的差异性，导致查全率和召回率最低。

(2) 依靠公共本体方法，如由共同的指挥所来处理个体信息，这对查全率和召回率都比依靠个体本体的方法要高。

(3) 依靠群本体方法，上升到语用，通过群本体在语用上下文映射下的“影”处理信息，如同让 A、B 身临其境，换位思考，其查全率和召回率最高，最令人信服。

三者比较，使用群本体和公共本体，在一定程度上能够防止不同个体由于概念结构不同所导致的理解传输差错问题。群本体最为有效，但在时间紧急，没有足够沟通时间时，公共本体也可在一定程度代替群本体做决策。

表 12-3 实验 2 数据对比

方法 指标	M5		M6	M7
	A→B	B→A		
查全率	0.41	0.37	A: 0.86 B: 0.84	A: 0.96 B: 0.95
召回率	0.84	0.87	A: 0.90 B: 0.92	A: 0.97 B: 0.96

实验证明任务共同体使用本体云影模型，能提高部队理解任务的能力，达成共同观念。

## 12.7 “动态绑定”机制演示实验

任务共同体重构关系达成“动态绑定”机制的关键就是，探索不同编组在不同任务场景下的使用，明确什么情况下重构关系。具体到决策中，是典型的兵力组合和力量使用问题。我们通过探讨力量在不同任务场景下的使用，演示说明关系重构的意义。

### 1. 实验准备

实验背景：多年的惯性思维让不少指挥员认为一旦编组关系确定，就不能轻易变动。单一编组针对特定任务，往往难以适应任务反复切换的指挥需要和战场情势的飞速转化。智能时代，各种无人力量得到飞速发展，在整体作战力量中的比例逐步加大，已经成为未来联合作战体系的“利剑”和“奇兵”，给部队带来质的变化。但如果指挥员不清楚这种变化对作战运用产生了哪些影响，就会给实际作战带来隐患。某部队配备了某新型察打一体无人机，无人机的侦察距离比目视侦察要高得多，火力也占优势。

无人机面临如何使用的问题——到底察打一体无人机是编组在旅里统一使用，还是分配到营、连使用。这些力量的编组模式，在不同场景下如何使用。

假设实验点包括：

1) 旅无人机模式

旅里统一指挥、集中使用。

2) 营无人机模式

无人机配发到营里，营里集中使用，每个营营长分别指挥营里的 3 架无人机。

3) 连无人机模式

无人机配发到连里，连长指挥所属的 1 架无人机。

实验设想：旅战斗任务是进攻、防御及遭遇作战。执行任务时，共分成 27 个分队级行动实体，以及 9 个无人机行动实体。

2. 实验实施

宏观层面，运用超网络描述实体之间指控关系和敌我交战关系。微观层面，使用智能体建模方法构建敌我双方的作战实体，并将模型补充到指控实验台。

在推演时，对于三种任务场景中的每一种，运行多次实验。

战斗结果评估指标包括完成战斗任务情况、敌我双方武器损耗、敌我双方人员伤亡、敌我双方弹药消耗、战斗持续时间等。根据任务实际灵活选择指挥员所关注的属性作为评估指标，如表 12-4 所示。

表 12-4 评估指标

任务类型	指标名称	任务成功判别
进攻	己方实体损失数量	己方实体损失越少，任务完成越成功
防御	剩余敌方实体数量	战斗中消灭敌人数量越多，任务越成功
遭遇	双方兵力对比	如果我对敌兵力对比数值越高，任务完成越成功

进攻战斗任务：以己方实体损失数量为指标。

防御战斗任务：以阻滞敌人进攻为目标，不能用己方实体损失数量作为指标，而应以攻击目标区域剩余敌方实体为指标。

遭遇任务：战斗发生在分队间，并不是大型的作战单位之间的战斗。因此以派出去的分队战斗结束之后双方兵力对比为指标。兵力对比数值越高，任务完成越成功。

### 3. 实验结果分析

通过数据分析（表 12-5）及对推演过程的涌现现象的直觉性推理（表 12-6）可知，对于攻击任务，连无人机模式和旅无人机模式较好，而营无人机模式要差很多。而在防御任务下，连无人机模式表现最好，而营无人机模式较差，旅无人机模式最差。在遭遇任务下，连无人机模式要比其他模式略好一些。

可见，不同任务下，不同编组的表现不同，因此编组需要灵活性，应结合任务，突出目标，根据任务进行编组。如果拘泥于固定模式，灵活应变能力差，因此，任务共同体提倡根据任务建立虚拟编组，编组要与任务相适应，且能够相互转化，灵活应变。

表 12-5 不同任务下不同无人机编组模式推演数据

编组 任务	旅无人机模式	营无人机模式	连无人机模式
进攻	损失 8 个 (方差 2.1)	损失 11.2 个 (方差 3.5)	损失 6.3 个 (方差 1.6)
防御	剩余 5.1 个 (方差 3.3)	剩余 3.25 个 (方差 3.1)	剩余 3.1 个 (方差 5.3)
遭遇	比是 1.15 (方差 0.53)	比是 1.32 (方差 0.54)	比是 1.08 (方差 0.43)

表 12-6 态势分析结果

<div>编组</div> <div>任务</div>	旅无人机模式	营无人机模式	连无人机模式
进攻	攻击无人机投入战斗的时间要晚于其他模式，但投入的兵力较多、较准，可以完全支配它们占领的战场区域	分队独自决策，限制了无人机作用发挥，造成关键时刻的侦察、火力不足，不利于集中火力	无人机具备较强的预警能力，可以对前沿阵地的敌方部队实施打击，而不易受到对方的火力打击
防御	指挥员不能及时地做出反应，在遭受攻击时没有预警优势。无人机通常在中间连伤亡惨重时投入战斗，但这时敌人已逼近，反制为时已晚	当敌人集中力量攻击我中部，我方侧翼两连不会派无人机投入战斗，直到自身受到直接威胁，或接到命令。此时，部队已经开始崩溃	侧翼排能够对进攻力量实施攻击并独立作战，形成一个自组织单位，对进攻力量的侧翼发起有效攻击，造成敌较大损失
遭遇	面对下属几个分队都需要加强，只能选择其中之一。如果没有得到加强的分队表现良好，则总体表现良好，反之亦然。总体上会产生很大波动	营侦察和火力比较强。支援连战斗及时充分，这使得分队能够赢得与敌另一个分队一对一的战斗	时空缩减使得无法及时调动其他连无人机力量，无法对迅速靠近的敌方力量造成足够的毁伤。除非周围友军力量强，才马马虎虎

12.8 “行动自由” 机制演示实验

在任务共同体达成“行动自由”的机制中，下层规则的交互能否涌现出真实世界中的高层现象，是能建立局部“无神谕”的自主控制达成行动自由的关键。

为演示说明，我们用多智能体建模方法，建立行动智能体。智能体内置简单军事规则，通过涌现寻找个体与整体行为之间的联系，理解突现与适应之间相互关联发展的过程，说明机制的合理性。



## 1. 实验准备

如图 13-7 系统中构建不同的行动智能体和指挥智能体,每个智能体具有自己的状态集、行为集和规则集。不直接构建指挥实体对于战术行动的规则,而是构建行动实体简单的动作规则,改变智能体的基本属性和参数。

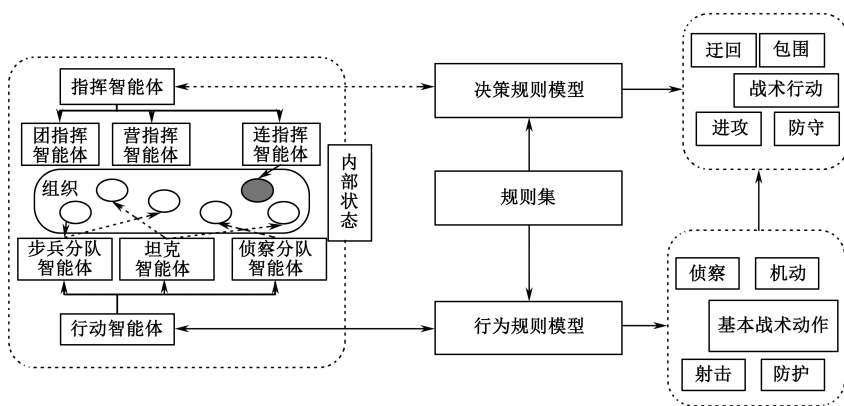


图 12-7 系统的框架体系结构

(1) 状态集：是能反映智能体自身性能的指标，以及区别于其他智能体的标志性指标，主要考虑空间位置属性、战斗力属性、基本性能属性、任务空间属性几类属性。

(2) 行为集：行为是智能体内在与外在活动的表现。外在活动主要有基本战斗动作（侦察、机动、射击、防护）和战术行动（迂回、包围、进攻、防守）。

(3) 规则集：是智能体对战场态势做出反应、进行战术决策的依据。

## 2. 实验实施

军事想定中，红方 6 个步坦分队向蓝方阵地发起进攻，模型中仅设定机动、侦察、打击等基本动作的规则，规则对设置智能体属性和参数起作用，如表 12-7 所示。

表 12-7 元规则到 Agent 属性的映射

规则	推演行为描述	参数
机动	移动到某对象	范围+对象
	移动到某坐标点	坐标点
	沿路线移动	范围+路线
	沿路线移动	范围+路线
	在两个点间巡逻	坐标点 1+坐标点 2
	跟踪某实体	范围+对象+跟踪方式（后面、上面、右边）
	等待	（无参数）
	等待一定时间	时+分+秒
开火	向实体开火	对象+范围
	向某坐标位置开火	坐标

3. 实验结果分析

图 12-8 是在不显示地图情况下的截图(各个单位都使用自己的军标表示，虚线方框用以示意参加某战术行动的实体)。通过红方步坦分队向蓝方阵地发起进攻的实验中发现，仅仅通过单个个体在简单的规则指导下的自主作战过程中也会涌现出组织中分散进攻、纵深突破、侧翼迂回等作战形态。

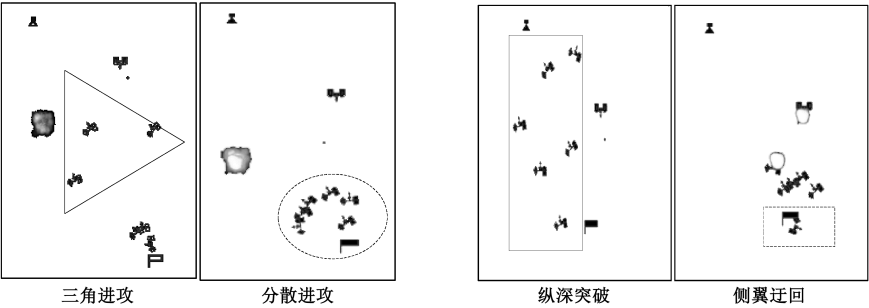


图 12-8 涌现的几种作战形态

我们以侧翼迂回的群体行为为例，发现其根本原因是在个体规则中有一条：

IF 侦察发现展开区域中有友军；

Then 转向一定角度，并前行一个单位格。

对比一下直接描述高层行为的军事模型，比如侧翼迂回包抄时的机动行为，军事模型描述如下：当在机动路线上发现预先设置的敌方部队时，机动单位采取侧翼迂回的方法为，以机动路线和敌方部队前沿的交叉点为基点，分别算出到敌方部队左、右两边的距离，攻击单位沿着较短边的边缘线继续机动，如果敌幅员形状为椭圆（含圆形），则机动至原机动路线与椭圆的另一个交叉点后，继续按原路线机动；如果敌幅员形状为长方形（含正方形），机动到第二个拐点后，按第二个拐点与下一个机动路线上的点的连线为现有机动路线继续机动。可以看出，在上述模型中，行动的控制变量很多，不仅要包含很多路径点，还有很多路线。而这种方式，仿真结果产生了与高层行为一致的现象，证明了高层的行为，不用专门的控制，足可以由简单的行为来发生。

进一步，我们通过数据分析、挖掘，涌现的规则如表 12-8 所示。

表 12-8 涌现的规则

涌现的规则	推演行为描述	规则描述
机 动	沿路线移动	无
某行动	等待一定时间+开火	对进入火力圈后，根据开火规则开火
某行动	移动到某对象	移动速度降低、发现概率降低
某行动	移动+开火	对进入火力圈后，根据开火规则开火，防御能力增加
某行动	移动+开火	移动速度增加，攻击能力增加，防御能力降低，对方进入火力圈后，根据开火规则开火
某行动	沿路线移动	无

## 12.9 任务共同体指控方法演示实验

随着不同组织在决策权分配、信息传递、任务参与者互动上的不同，指控网络对物理资源的分配、调度的不同，信息基于指控网络流转、分发的不同，社会域组织网络对指控方式、协同方式的影响不同，最直接的结果就是产生了指控空间中的不同样本，它们对体系作战能力生成与发挥的作用不同。

在基于复杂网络和多 Agent 建模技术构建的指控实验台上，验证、对比不同指控方法，通过选取复杂网络指标对指控拓扑结构进行“静态切片”分析，以及对涌现出的作战态势进行“动态推演”分析，两者结合共同说明任务共同体指控方法对比其他方法具有一定的优越性。

### 1. 实验准备

指控组织呈现出一定的网络形态，图 12-9 示出了我军指挥体系发展过程中指控拓扑发展趋势。

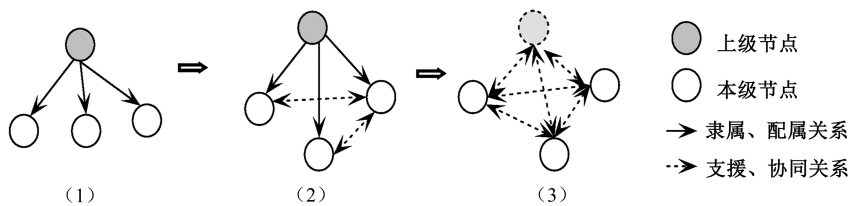


图 12-9 指控网络拓扑发展趋势图

要想运用实验台验证不同的网络拓扑，需要补充网络生成模型。在复杂网络领域，使顶点和边以偏好连接与拷贝的方式加入网络，反映实际网

络生长过程，其生成网络符合现实网络的一些结构特征，例如幂律分布，且通过改变参数，能将规则网络、小世界网络、随机网络和无尺度网络统一到相同机制下。美军将网络方法的实证成果引入未来指挥控制系统，构建指控网络拓扑模型。国内，国防大学的学者提出了融合指控网络和通信网络特征的网络拓扑模型，国防科技大学的学者将传统作战树形网络和随机网络合成提出一种指挥网络拓扑模型。区别于形成静态拓扑结构的拓扑模型，2004 年，Barrant 等综合了结构和权重，提出了加权网络演化模型 (BBV) 模型。在 BBV 模型后，又出现了加权局域世界演化网络模型 GLW-I (Generalized Local World-I) 和 GLW-2。

运用上述研究成果，我们设计了以下三种指控网络的构造算法：

#### 1) 传统层级指挥网络

这是一种纵向为主的指挥关系，各级指挥机构按照指挥体系在纵向上形成一种按级别、分层次的指挥与被指挥的关系。

构建传统层级指挥网络的算法是：

步骤 1：设定指挥层次  $H$ 。

步骤 2：设定若干个最高指挥节点。最高指挥节点之间建立完全连接。

步骤 3：设定第 1 层的指挥跨度  $S_1$ ，建立  $S_1$  个子群，每个子群设置 1 个指挥节点，并与最高层指挥执行节点建立连接关系。

步骤 4：设定第  $H_i$  层的指挥跨度  $S_i$ ，建立  $S_i$  个子群，每个子群设置 1 个指挥节点，并与上层指挥执行节点的连接关系。

步骤 5：重复步骤 4，建立  $H_i$  层的所有指挥节点，并建立相应的连接关系。

#### 2) 我军当前作战指挥网络

我军当前作战指挥网络是在传统指挥网络的基础上增加同级之间的支援、协同关系而形成的一种网络结构。指挥机构之间、各战术兵团指挥机构之间、各指挥机构内部各部门之间、各作战部队之间，建立密切协调的横向关系。

构建网络的算法是：

步骤 1~5: 如同传统层级指挥网络的构建 1~5。

步骤 6: 在同一层级不同指挥节点之间随机建立连边。

步骤 6 通过随机建立连边, 描述了指挥关系中的支援关系和协同关系构建。为了使随机连边规则与军事规则对应, 在 BA 演化模型的基础上, 对 BA 模型按照军事规则进行了改造。

### 3) 任务型指挥网络

作战体系的层次结构正在向网络结构发展, 指挥机关与各作战部队之间以及各作战部队之间实现横向联网, 使作战体系呈现出一种扁平式结构。任务型指挥网络中节点是根据任务动态选择形成的。

网络结构形成“局域世界”。参考复杂网络理论中基于层次结构的 Transit-Stub 模型和多局域世界模型后, 设计了下述算法。

步骤 1: 建立  $S_1$  个子群。

步骤 2: 设定第  $i$  个子群的指挥跨度为  $S_i$ , 选取子群中若干节点, 随机地建立若干条连接。

步骤 3: 重复步骤 2, 直到子群中的连接数大于某一设定比例。

步骤 4: 将每个子群中连接最多的节点设为指挥节点。

步骤 5: 随机地选取若干个不同子群的指挥节点, 建立连接关系。

步骤 6: 重复步骤 5, 当连接关系达到一设定数目, 停止。

## 2. 实验实施

使用指控实验台对指控结构进行研究的步骤为:

(1) 首先将指控结构用图来表示, 并结合军事含义描述节点、边、图、树图, 父节点、子节点、根节点、叶节点等概念。

(2) 然后设计指控网络生成算法, 使用实际数据或网络生成模型构建网络的拓扑, 并使用复杂网络指标对网络拓扑结构进行定量分析。

(3) 基于指控实验台进行对抗实验, 明确实验范围, 改变输入条件, 比较验证指挥结构。

3. 实验结果分析

1) 拓扑比较

图 12-10 是依据上述算法生成的三种指控网络拓扑，分别是传统指控网络、我军当前指控网络和未来任务式指控网络。

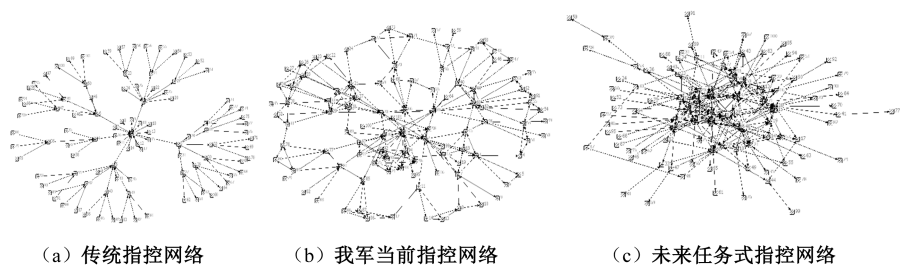


图 12-10 指控网络拓扑生成可视化图

2) 静态网络参数分析

Jeffer Care 将度、度分布等网络指标对应于组织需求，研究了濒海作战中的反舰案例。我们采取类似的网络指标研究网络模型生成的三种拓扑案例，如表 12-9 所示。

表 12-9 网络静态参数分析

网络指标	传统指控网络	我军当前指控网络	未来任务式指控网络	数据说明
链路节点比	0.99	2.35	4.56	链路节点比<2 时，非常脆弱，难以生成网络效能、重组和自适应的可能性很小
中立率	0	3.47	3.69	中立率越小，存在越少的潜在的网络结构，无法自适应
聚类系数	0.004	0.505	0.250	聚类系数代表区域集团化水平。其高低反映信息流通水平和信息共享程度
平均路径长度	3.714	3.010	2.253	平均路径长度反映信息流经历环节多少
度分布	轻度偏斜	轻度偏斜	明显偏斜	偏斜性强的具有自适应性潜能
介数	偏斜	明显偏斜	适度偏斜	偏斜性反映网络具有生存拐点

研究发现，传统指控网络产生网络效能不显著，而我军当前指控网络在平均路径长度、聚类系数方面较传统指控网络低，中立率和链路节点比较高，会产生网络效能，未来的任务式指控网络在聚类系数和平均路径程度方面都降低了，在中立率和链路节点比方面提高了，会产生网络效能。根据表 12-9，可知未来任务式指控网络有较好的网络效能。

3) 动态演化背景下的对抗分析

对指挥网络纳入作战背景，通过动态对抗进行比较。为了具有可比性，蓝方为同一部队。红方部队实体及相关属性相同，区别在于指控网络采用不同模型。实验采集数据指标包括己方战斗力损失、蓝方战斗力损失、信息时延、抗毁性。

构造效用函数进行评估比较。多属性效用函数为：

$$P(p_i)=\sum_{j=1}^nU_j(c_{ij})$$

考虑到实验过程中的随机因素，为了保证结果的稳定性，进行多个回合的交战。采集数据如表 12-10 所示。

表 12-10 三种网络拓扑动态推演分析

指挥方式	己方损伤 (个)	敌方损伤 (个)	信息时延 (毫秒)	抗毁性 (0~1)	效用 分值
传统	75	28	270	0.10	30
联合	45	30	150	0.25	56
任务	30	35	100	0.38	66

总体来说，通过数据检验，基于任务共同体的指控方法的效果更好，使部队获得了更好的战斗效能，证明了基于任务共同体指挥控制的优势。



# 13

## 第 13 章

# 补充的思考

作为自然科学基金资助的课题基本告一段落，但是研究的过程却仍历历在目。从选题、申请、研究到结题，前后将近五年时间，研究的过程远非一帆风顺，基金申请就达三次，中间方案多次推倒重来，此中艰辛，踌躇徘徊，促成了提笔的动力。如今，书稿将成，研究过程中的那些思绪、想法、若有所得的体验，还盘桓在心，不吐不快，所以再成一章叙述本书的缘起。

### 1. 当军事课题先做

课题伊始，设想的是运用运筹分析方法来使指挥控制精确高效，研究关注的是技术层面的细节。但是，随着研究的深入，惊觉进展不下去了。

细察起来，原因包括：

(1) 任务场景发生变化。进入智能时代，我们军队面临的任務已经不像从前，阵地进攻、坚固阵地防御等诸多典型任务样式已经淡出历史舞台。多域混合战争形态出现，部队任务越来越多样化。新时期，部队面临哪些新的任务呢？任务有什么性质呢？这些对于课题组而言还很模糊，如果连任务都搞不清楚，针对任务的适应性调整从何而起呢？

(2) 组织情境发生变化。2015年军改轰轰烈烈地展开，军区体制改为战区体制，军师旅团架构改为军旅营架构，军委的顶层设计如果不了解，就不能明白新的组织情境，离开了新组织情境，组织研究也就偏离了方向。试想，如果我们对以前的演习和训练数据来寻找新型指控的结构和规律，这不等同于缘木求鱼吗？

(3) 指挥机制发生变化。从前，我们的指挥控制更多发生在各级指挥

员（指挥机关）之间，是人参与的指挥活动，进入智能化时代之后，指挥控制意在对各种资源的管理和优化，体现的是资源的聚焦与收敛。这带来了指挥机制、指控功能和方法的变化，如果不理解这些变化，怎么能分析任务完成过程中采取什么样的结构呢？又如何谈的上对指挥控制进行优化呢？

单纯技术研究似乎不能满足课题需要。正当课题僵滞不前，颇为踌躇之时，恰逢有位首长到我们实验室来参观，他定位我们实验室在学科体系的作用为“翻译”，即能够把军事人员的需求翻译给技术人员听，也能够把技术方案的军事意义解释给军事人员听。在技术与军事相互促进的时代，担任好这样一个“翻译”的角色，做好这样一个桥梁可能比单纯去解决技术问题更为重要。技术、战争、历史、文化交织在一起，在没有把军事层面的需求弄清楚前，单纯的研究技术只会是一场“试错”。

“山穷水尽疑无路，柳暗花明又一春”，这触动了我，在跟团队交流之后，大家都意识到，将军事和技术相结合是多么重要，这个课题要当军事课题先做。

## 2. 军事研究之痛

思路转变以后，课题组行动起来，虽然不少成员技术出身，但都没有打退堂鼓，知难而上，想好好地学习一下军事知识。在搜集了一些资料，研读之后，却发现文章如汗牛充栋，但真正有用的却很少。有的文章很有八股套路，对仗工整，华丽优美，却是为赋新词强说愁，内容空洞，言之无物；有的文章遵循拿来主义，模仿外军，引用先哲，却是橘生淮北则为枳，画虎类狗，水土不服；有的文章看似全新观点，天马行空，创造概念，却是点水蜻蜓款款飞，没有实践，缺乏检验。这样的军事文章无法落地生根，无法形成实际战斗力。这样的军事理论，没有形成可操作的规则，又如何指导战争。

参考资料价值不高，理论意义甚微，当前的军事学术研究问题在哪

里？军事研究事关生死，应当是个格外严肃的科学。当今的很多军事学术过于八股，上不接天，下不接地，说是学术文章，见不到调查研究，见不到数据支撑，见不到实验验证，见不到实战检验；说是流行文化，见不到时代背景，见不到概念体系，见不到内在逻辑，见不到实现途径。这让以逻辑、算法、实验擅长的理工科学生如何着手？军事研究难道不该是充满智慧的火花，充满逻辑的力量、充满鲜活的数据、充满深刻的体验的一门学问吗？

现今军事研究，方法、范式之弊端，已经让越来越多的人认识到，也有越来越多的人想打破这种现状。国防大学胡晓峰教授在他的新书《战争科学论——认识和理解战争的科学基础和思维方法》中认为，战争研究也应该用科学的思维和工具。军队高层的有识之士也提出要建立“概念提出、行动构想、实验验证、战法评估”的研究方法。这些都开创了新的风气，给军事研究带来了一股清流。

风气之先，需要有人赴汤蹈火，本课题在方法上做了一些探索。本书第2章探讨了课题准备怎样开始研究战争，并给出了所使用的研究方法体系，并在后面反复将“隐喻方法”“逻辑方法”“作战实验方法”交织在一起对问题进行研究。较为集中的有，第3章运用隐喻方法来研究系统原理，第4章用逻辑方法来研究制胜机理，第12章通过演示性实验验证理论模型，说明机制方法。由于任务共同体研究涉及内容多，我们所做的只是极小部分工作，尤其是实验验证工作才是起步，实战检验还颇为遥远，更多的后续工作还在开展之中，但并不妨碍这种范式的展现。

受限于自身水平，尚不能游刃有余地灵活切换运用这些方法，表达也常常不能达意。可能使得本书的风格会显得有些怪异。这也许是决心当“军事”和“技术”之桥所带来的阵痛吧。

### 3. 技术视角

桥，指的是为道路跨越天然或人工障碍物而修建的建筑物。如果想让

两个彼此隔绝的部分建立联系，就会想到桥。如今我们要在军事和技术之间建立桥梁，从安身立命的技术出发，进入指控领域，开展智能时代的指控研究。

在当今这个技术意义凸显的时代，各类技术不断涌现，对作战的影响比以往任何一个时代都要强很多，更需要我们用技术视角来观察军事变革，评估技术变化创造了什么，技术对战争有什么用及战争如何被技术带动。提供这样一个视角，对于当下和未来的军事领导者而言，重要性不言而喻。

一个人如何运用技术视角观察事物，跟其技术背景密切相关。拿我自己来说，我本科学习的是通信网，硕士学的领域是移动互联网，博士研究的是语义网，都与互联网有联系。因此，我的技术视角就偏向于互联网，在辨别很多事情时就会不自然地运用互联网的技术原理，带上互联网的技术印迹。比如，在理解习主席“一带一路”、命运共同体的外交战略时，我会从内心赞同，互联网改变了世界，使得整个地球就相当于一个大的“地球村”，需要“共享、共治”，这就是互联网思维。而我们对于特朗普总统，提出要修“美墨边境墙”，大谈追求美国的单边利益，则会嗤之以鼻，都互联网时代了，还自我隔离，明显不符合互联网的三观嘛。同样，把互联网的思维运用到指控组织上，我就会更加偏好开放的网络化组织模式，而不太赞同传统封闭的层级式组织模式。

技术视角随着时代发展，不是一层不变的。时代如同大浪淘沙，筛选着备选的技术。技术走向何方，并不确定。曾记得，在互联网发展的初期，有过异步传输模式（Asynchronous Transfer Mode, ATM）与 IP 技术之争这段公案，ATM 和 TCP/IP 曾经各自占据半壁江山，都作为互联网的备选技术，如今 TCP/IP 技术蓬勃发展，成为趋势，并主导了现在的万维网技术，达到了无与伦比的信息繁荣；而 ATM 技术则处于较不利的地位，有可能退出历史舞台。但这并不代表 ATM 不如 IP，只不过由于发展的历史机遇不同，技术传播的快慢远近不同才导致了不同的表现。也许这些技术

在将来，有的会风生水起，有的会销声匿迹，有的会相互融合，有的会渐行渐远。

科技带来的不是一个明确的未来，而是有多个可能的未来，因为关于未来的可能性不止一种，所以要基于时代立足点预测时代将会与什么样的技术互相适应，时代将会筛选哪些技术作为优先发展。在书的第1章，我们就探讨了智能时代的技术发展及可能的融合趋势，力图给出我们所畅想的未来可能性。正因为本书讨论的是未来，某种程度上带有预言性，这种预测可能失败。

很多未来军事理论研究不关注哪些技术是可行的，哪些是不可行的，哪些技术是优先的，哪些是淘汰的，忽视技术实现途径，以此预测未来军事发展必定失败。

#### 4. 技术意义

有了技术视角，认识技术的意义才能顺应潮流、发现趋势。美军中将亚瑟·塞布罗夫斯基，技术出身，他更能重视技术的意义，他将“9·11事件”描述为一种“系统的扰动”，并且争论说，军事行动应该是“增值的过程”。就是他提出了“网络中心战：起源与未来”，形成了一种从新的视角理解战争的核心方法，让我们重新认识军事活动。

单一技术视角容易一叶遮目，不同技术视角方可进行立体透视。本书第3章，我们借助系统观和复杂适应系统视角认识战争系统的原理；第4章，借助博伊德的OODA环分析信息时代和智能时代的制胜机理；第5章运用复杂适应系统视角启示智能时代指控组织的特征；第6章又运用互联网视角启发了智能时代指控组织的解决方案。以上都是试图从不同的技术视角看待军事问题，以萌生新的启示。

技术还提供了任务共同体理论的技术方案和实现途径。

我们对于任务共同体的设想很早就有，但是处处受到时代技术条件的限制，心有余而力不足，比如，“共同观念”依赖认知模型的高度成熟，

但目前共同的态势感知尚且达不到，更别谈共同的态势觉知；“动态绑定”需要资源架构高度灵活，目前资源壁垒尚存，“不为我所有、但为我所用”的服务架构还不存在；“行动自由”的前提是高度的智能，然而目前实体还不擅长复杂的任务，缺乏足够的自主能力。理想很丰满，但现实很骨感。这时任务共同体还不能称为指挥控制的解决方案，充其量只能称为设想。

任务共同体要想作为指挥控制的设计方案，不仅要给出相关的军事概念，还要给出具体的实现途径。这就转到了技术对任务共同体的相关理论概念的支撑上。

在迈入智能时代的当下，更多的技术手段给任务共同体提供了发展的机遇。智能时代的技术族，以物联网、人工智能、大数据、云计算等一组技术共同形成。这其中，人工智能是程序算法（云计算是程序的算法部分）和大数据结合的产物，可以简单认为人工智能=云计算+大数据（一部分来自物联网）。值得注意的是，因为时代的选择，这一组技术齐头并进，之间内在保持一致性。它们之间往往没有冲突，相反还互相促进，相互提升。从图 13-1 来看，它支撑了任务共同体技术方案的形成，表现在：

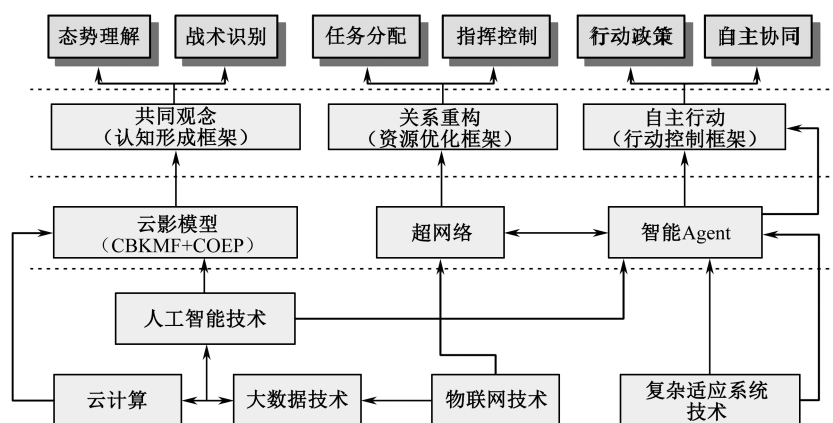


图 13-1 智能时代技术对任务共同体的支撑

(1) 云计算及云架构。这种分布式、开放性的体系架构，适合用来提

供服务，运用在本体云影模型知识服务框架中，能达成人一人，人一机及系统间形成广泛的协同与协作，能源源不断地提供本体知识服务。

(2) 人工智能的语义网技术。通过标注，产生了有价值的知识，是本体云影模型知识本体的“源头活水”。

(3) 物联网技术。通过全时空覆盖的物联终端，将所有的资源都接入了网络。这才有物理域、信息域、认知域三域融合的“多层体系超网络”概念，为运用超网络分析体系的流和运行打下物质基础。

(4) 人工智能的 Agent 技术。在分层智能决策模型中，有与人类类似的智能，融合了经验、推理、学习，能大幅提高态势感知、情报分析、战场协调、指挥控制、辅助决策能力，带来了行动实体高度的自主性，为自主行动创造条件。

可见智能时代的各项技术从各方面为任务共同体找到了它的实现路径，所以说任务共同体是为智能时代而生。在之前的机械化时代，有些条件并不具备；在信息化战争时代它的作用也受限；只有在智能化战争时代，它才能大有用武之地，从不可能变为了可能。

进一步，任务共同体技术是智能化指挥控制的支撑。任务共同体的技术框架，包含认知形成框架、资源优化框架和行动控制框架。认知形成框架，可用于态势理解和战术识别，以强化战术识别能力，勾画出兵力结构；资源优化框架可用于任务分配和指挥控制，以全程辅助决策，合理配置资源；而行动控制框架，可用于行动决策和自主协同，以自主实施战斗，自动执行任务。这样就贯穿了整个指挥决策过程。在第 7 章～第 9 章，我们结合任务共同体相关技术描述了任务共同体的三个机制；在第 11 章，我们进一步丰富了指控行动模型、指控决策模型、指控实体模型、指控效能模型，这样不仅有了技术框架，也有了算法模型。理论可以支撑指挥控制活动，也就接了地气。技术带来的价值和意义正在于此。

沿着这条路线，要准备进行许多方向修正，因为未来的展开与你预言的有相当的不同。未来战争的研究既要有长程视野，又要脚踏实地。我们



列出三条原则：一是创新的思维，智能战争需要我们运用创新的思维不断加以探索；二是科学的手段，研究战争，掌握适当的科学方法，才会比较顺利；三是连续的实践，实践出真知，只有不断地进行预实践，知识才会可信。只有在这样的研究之下，我们才能早日准备好智能战争，早日迈向智能战争。

## 参 考 文 献

- [1] (美) 贝尔纳. 科学的社会功能[M]. 陈体芳, 译. 北京: 商务印书馆, 1982.
- [2] (美) 彼得·圣吉. 第五项修炼[M]. 张成林, 译. 北京: 中信出版社, 2009.
- [3] (美) Bergmann H. 在现代物理学中围绕因果律的斗争[M]. 美国: 明尼苏达大学出版社, 1929.
- [4] (美) 费兰斯. 科学·战略·战争——约翰·博伊德的战略理论[M]. 北京: 军事科学出版社, 2015.
- [5] (美) John H. Holland. 隐秩序: 适应性造就复杂性[M]. 周晓牧, 韩晖, 译. 上海: 上海科技教育出版社, 2000.
- [6] (北约) 联合作战出版物 S-00 号. 联合作战计划[M]. 军事科学院军事运筹分析研究所译. 北京: 军事科学出版社, 2009.
- [7] (英) 富勒. 战争指导[M]. 李磊, 尚玉卿, 译. 南宁: 广西人民出版社, 2008.
- [8] (德) 费里德里希·克拉默. 混沌与秩序——生物系统的复杂结构[M]. 柯志阳, 吴彤, 译. 上海: 上海科技教育出版社, 2000.
- [9] 卡尔·冯·克劳塞维茨. 战争论[M]. 北京: 解放军出版社, 1964.
- [10] 黑格尔. 逻辑学[M]. 北京: 商务印书馆, 1974.
- [11] 全军军事术语管理委员会, 军事科学院. 中国人民解放军军语[M]. 北京: 军事科学出版社, 2011.
- [12] (美) DAVID S. ALBERTS, RICHARD E. HAYES. 信息时代军事变革与指挥控制. 郁军, 朱建冲, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2005.

- [13] (美) Alberts D S, Garstka D S, Hayes J J. 理解指挥与控制[M].杨健,译. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [14] 董子峰. 战斗力生成模式转变[M]. 北京: 军事科学出版社, 2012.
- [15] 陶立民. 体系破击制胜蕴含的复杂系统原理[M]. 国防大学学报, 2010(6):38-40.
- [16] 朱小宁. 体系破击战原理与路径[M]. 北京: 解放军出版社, 2008.
- [17] 路志平,张占军. 论现代战争制胜机理[M]. 北京: 军事科学出版社, 2014.
- [18] 文威入,耿桂珍. 解读新版美国《陆军拱顶石概念》[J]. 外国军事学术, 2010(2):50-52.
- [19] 杨金华,黄彬,等.作战指挥概论[M]. 北京: 国防大学出版社, 1995.
- [20] 严高鸿,张学明. 高技术战争与军事思维方式的转化[J]. 中国军事科学, 2003,1(1):99-105.
- [21] 贾道金,周红梅.下一场军事革命[J].国防科技, 2016(1): 73-77.
- [22] 刘臻,梅德明.中西医学语言认知差异及战争隐喻分析[J]. 外语电化教学, 2015(4):63-68.
- [23] 孟昭斌. 驾驭复杂: 未来战场制胜之道[J]. 解放军报, 2011(11).
- [24] 郭传福,汪德虎,杜一平. 联合编队作战协同系统序参量——“势”[J]. 海军大连舰艇学院学报, 2010,33(1):2.
- [25] 袁影.论战争隐喻的普遍性及文化渊源[J]. 外语研究, 2004(4):39.
- [26] 王文静,魏凤琴. 中医治则治法中的战争隐喻研究[J]. 中医学导报, 2016,11(22):15-17.
- [27] 陶立民,张惟. 试析基于信息系统的体系作战内在制胜机理[J]. 西安陆军学院学报, 2012,35(2):3-5.
- [28] 曹晓勇编译.以网络为中心不是决定性的[J]. 情报指挥控制系统与仿真技术, 2003(12).
- [29] 戴浩. 指挥控制的理论创新——网络赋能的 C2[J]. 指挥与控制学

- 报, 2015,1(1):99-105.
- [30] 李文清. 对美军任务式指挥的再认识[J]. 外国军事学术, 2015,(4): 57-60.
- [31] 李德毅, 孟海军, 史雪梅. 隶属云和隶属云发生器[J]. 计算机研究与发展, 1995, 32(6): 15-20.
- [32] 王众托, 王志平. 超网络初探[J]. 管理学报. 2008, 5(1):1-8.
- [33] 王志平, 王众托. 超网络理论及其应用[J]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [34] 王飞跃. 指控 5.0: 平行时代的智能指挥与控制体系[J]. 指挥与控制学报, 2015,1(1),109-110.
- [35] 金伟新. 体系对抗复杂网络建模与仿真[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [36] 杨瑞平, 张兆峰. 指挥控制系统仿真[M]. 北京: 国防工业出版社. 2013.
- [37] 胡晓峰.战争科学论——认识和理解战争的科学基础和思维方法[M]. 上海: 科学出版社, 2018.
- [38] 胡晓峰, 司光亚, 罗批, 等. 战争模拟: 复杂性的问题与思考[J]. 系统仿真学报, 2003(12):1659-1666.
- [39] 赵晖, 张明智, 胡晓峰, 等. 武器装备体系对抗中的 C2 建模研究[J]. 计算机仿真, 2009(2):18-19.
- [40] 姚超. 作战指挥论[M]. 北京: 军事科学出版社, 2014.
- [41] 强军, 阳东升, 张维明, 等. C2 组织测试床的构想与实现[J]. 舰船电子工程, 2008(9):59-62.
- [42] 陈丽娜, 黄金才, 张维明. 网络化战争中复杂网络拓扑模型研究[J]. 电光与控制, 2008,15(6):4-6.
- [43] 阳东升, 张维明, 刘忠, 等. 指控组织设计方法[M]. 北京: 国防工业出版社, 2010:141-142.
- [44] 吕国栋, 于连飞, 周游, 等. 指控组织研究综述[C]. 第二届中国指

- 挥控制大会, 2015.
- [45] 陈丽娜.军事信息网络拓扑建模与分析方法研究[D]. 长沙: 国防科技大学硕士论文, 2007.
- [46] 刘跃,包卫东. 基于复杂网络的指控组织建模与分析[J]. 指挥控制与仿真, 2013,35(1):1-5.
- [47] 冯磊,查亚兵,胡记文.基于复杂网络的作战模拟组织建模研究[J]. 系统仿真学报, 2012,24(4):882-886.
- [48] 董印权, 陈春鹏. 基于作战网络的作战体系模型[J]. 系统仿真学报, 2013,25(8):1806-1810.
- [49] 齐燕博,刘忠,许江湖. 作战体系网络模型与网络化效能分析[J]. 火力与指挥控制, 2013,38(5):66-70.
- [50] 周翔翔,姚佩阳,王欣,等.指挥控制组织结构扁平化分析及测度[J]. 火力与指挥控制, 2012,37(8):14-18.
- [51] 向阳,王征,于长锐.复杂问题决策支持模式研究[M]. 上海: 科学出版社, 2008.
- [52] 张送保,张维明,刘忠,等. 复杂体系的结构分析和建模研究[J]. 国防科技大学学报, 2006,28(1):62-68.
- [53] 席运江, 党延忠, 廖开际. 组织知识系统的知识超网络模型及应用[J]. 管理科学学报, 2009, 12(3):12-21.
- [54] 李进军,刘国光,黄谦,等.基于复杂网络理论的作战指挥体系结构分析模型和方法[J]. 系统仿真学报, 2008,20(17):4712-4716.
- [55] 金伟新,肖田元. 作战体系复杂网络研究[J].复杂系统与复杂性科学, 2009,6(4):12-22.
- [56] 马秀丽,孙可心,王红霞. 基于复杂网络理论的 C2 组织网络拓扑结构研究[J]. 火力与指挥控制, 2010,35(2):69-73.
- [57] 方锦清,汪小帆,刘曾荣. 略论复杂性问题和非线性复杂网络系统的研究[J]. 科技导报, 2004,(2):9-12.

- [58] 舒振, 陈涛, 陈洪辉, 等. 面向任务的指控资源动态规划组织支持系统研究[J]. 现代防御技术, 2009,37(6):60-66.
- [59] 沙昌基, 毛赤龙, 吴永波, 等. 战争设计工程技术研究[J]. 系统工程理论与实践, 2005,25(6):66-70.
- [60] 卜先锦, 何宝明, 董文洪. 环境判明的组织决策设计及复杂性研究[J]. 弹道学报, 2005,(3):19-22.
- [61] 何雨锋, 魏小猛, 李旻. 信息化条件下自适应指挥控制运行过程解析[J]. 四川兵工学报, 2010,31(10):131-133.
- [62] 李锐, 鞠晓峰, 刘茂长. 基于自组织理论的技术创新系统演化机理及模型分析[J]. 运筹与管理, 2010, (2):145-148.
- [63] 金欣, 闫晶晶, 梁维泰, 等. 新一代指挥信息系统中的语义网应用能力分析[J]. 现代防御技术, 2013,41(3): 94-99
- [64] 王涛, 施展, 赵玉林. 基于 MTN 的变粒度作战计划快速生成框架[J]. 指挥控制与仿真, 2015,37(1): 19-23.
- [65] 王智学, 董庆超, 姜志平, 等. 基于描述逻辑的 C4ISR 系统体系结构一致性验证方法[J]. 系统工程与电子技术, 2012,34(9):1841-1845.
- [66] 胡博, 王智学, 董庆超. 基于 OWL 的上下文感知建模与推理方法[J]. 系统工程与电子技术, 2012,34(10):2163-2168.
- [67] 周丰. 指挥控制系统模型的分析与扩展[C]. 第二届指挥控制大会论文集, 2014.
- [68] 韩月敏, 林燕, 刘非平, 等. 陆战 Agent 学习机理模型研究[J]. 指挥控制与仿真, 2010,32(1),13-17.
- [69] 温睿, 马亚平, 王峥, 等. 一种作战体系动态演化模型[J]. 系统仿真学报, 2011,23(7):1315-1319.
- [70] 杨春辉, 金卫东, 陈洪辉, 等. 面向任务的指挥控制组织的鲁棒性优化[J]. 系统工程, 2006,24(10):122-126.
- [71] 周云, 黄教民, 黄柯棣. 美国“深绿”计划对指挥控制的影响[J]. 火

- 力与指挥控制, 2013,38(6):1-5.
- [72] 刘伟. 关于指挥控制系统若干问题的思考[C]. 第二届中国指挥控制大会, 2014, 265-268.
- [73] 张德群, 龙建国. 高级作战实验问题研究[J]. 军事运筹与系统工程, 2005,19(1):7-12.
- [74] 蒋亚民. 对联合作战实验模型体系军事设计的思考[J]. 军事运筹与系统工程, 2012,26(4):5-9.
- [75] 张剑锋, 柳少军. 对联合作战决策支持系统建设的思考[J]. 装备指挥技术学院学报, 2008,19(3):28-31.
- [76] 徐彬, 高伟明, 杨晓彬. 试析基于“OODA 环”理论的信息作战[J]. 西安通信学院学报, 2012,11(3): 76-77.
- [77] 王积忠, 马士壮, 何佑明. OODA 环及其在指挥决策中的应用[J]. 沈阳炮兵学院学报, 2004,(1):25-26.
- [78] 逯杰, 李栋. 针对“OODA 环”理论的信息作战[J]. 防空兵指挥学院学报, 2011,28(4): 34-36.
- [79] Leonhard R R, Buchanan T H, Hillman J L, et al. A Concept for command and control. Johns Hopkins Apl Technical Digest, 2010, 29(2): 157-170.
- [80] Carley K M. Computational and Mathematical Organization Theory: Perspective and Directions. Computational and Mathematical Organization Theory, 1995:1(1):39-56.
- [81] Carley K M, Krackhardt D. A PCANS model of Structure in Organization. International Symposium on Command Technology, Monterey CA, 1998:765-772.
- [82] Stacey R D. Complexity and creativity in organizations. San Francisco:Barrett-Koehler Publishers, 1996.
- [83] Levchuk G M, Levchuk Y N, Luo J, et al. Normative design of

- organizations-Part I I:organational structure. IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics,2002,32(3):360-375.
- [84] Levchuk G M, Levchuk Y N , Luo J, et al. Normative design of organizations-Part III:modeling congruent, robust, and adaptive organizations. IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics, 2004,34(3):337-350.
- [85] Gruber T. Towards principlless for the design of ontologies used for knowledge sharing . internetational Journals of Human Computer Studies, 1995, 43(5):907-928.
- [86] Doan A, Madhavan J, Domingos P, et al. Learning to map between ontologies on the semantic web. in Proc of the Eleventh International WWW Conference, Hawaii, US ,2002.
- [87] Barabasi A L, Ravasz E, Visck T. Deterministic scale free networks. Physica A, 2001(229):559-564.
- [88] Barrat A, Barthelemy M, Vespignani A. Weighted evolving net-works: coupling topology and weighted dynamics. Phys Rev. E,2004:92.
- [89] Zaofeng P, Xiang L, Xiaofang W. Generalized local-world models for weighted networks. Phys Rev. E, 2006:73.
- [90] Jeffery R C. Distributed Networked Operations:The Foundations of Network Centric Warfar. Alidade Press,Jan.2006.
- [91] Moon II-Chul, Carley K M, Levis A H. Vulnerability Assessment on Adversarial Organization:Unifying Command and Control Structure Analysis and Social Network Analysis.Proceeding of the International conference on data mining, 2008.
- [92] Ilachinski A. Land Warfare and Complexity, Part II:An Assessment of the Applicability of NonLinear Dynamic and Complex Systems Theory to the study of Warfare. Center for Naval Analysis , USA CIM 461/July 1996.



- [93] Enhanced ISAAC Neural Simulation Toolkit(EINStein). An Artificial-Life Laboratory for Exploring Self-Organized Emergence in Land Combat. Center for Naval Analyses, November 1999.
- [94] RAND Corporation. Information Sharing Among Military Headquarters the Effects Decision-making. RAND Corporation, 2004:12-13.
- [95] Perry W, Bowden F, Bracken J, et al. Advanced Metrics for Network-centric Naval Operations. 2002:102-105.
- [96] Baker W. The network organizations in theory and practice. Network and Organizations. Boston:Harvard Business Press, 1992.
- [97] Woodcock A E R, Dockery J T. The Military Landscape Mathematical Models of Combat. Published by Woodhead Publishing Ltd, 1993.



## 反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

